

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUZIANE MACHADO PAVELSKI

PROPOSTA DE TRANSPORTE MULTIMODAL: CASO DE CURITIBA

CURITIBA

2019

LUZIANE MACHADO PAVELSKI

PROPOSTA DE TRANSPORTE MULTIMODAL: CASO DE CURITIBA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano do Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, como requisito para obtenção do título de Mestre em Planejamento Urbano.

Orientador: Profa. Dra. Márcia de Andrade Pereira Bernardinis.

CURITIBA

2019

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR  
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

P337p

Pavelski, Luziane Machado

Proposta de transporte multimodal: caso de Curitiba [recurso eletrônico] /  
Luziane Machado Pavelski. – Curitiba, 2019.

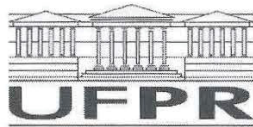
Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia,  
Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano, 2019.

Orientador: Márcia de Andrade Pereira Bernardinis .

1. Transporte público – Curitiba (PR). 2. Mobilidade urbana. 3. Transporte  
multimodal . I. Universidade Federal do Paraná. II. Bernardinis, Márcia de  
Andrade Pereira. III. Título.

CDD: 354.769

Bibliotecário: Elias Barbosa da Silva CRB-9/1894



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR SETOR DE TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PLANEJAMENTO  
URBANO - 40001016104P3

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em PLANEJAMENTO URBANO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **LUZIANE MACHADO PAVELSKI** intitulada: **Proposta de Transporte Multimodal: Caso de Curitiba**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 28 de Fevereiro de 2019.

  
MÁRCIA DE ANDRADE PEREIRA BERNARDINIS  
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

  
ELOY FASSI CASAGRANDE JUNIOR  
Avaliador Externo (UFPR)

  
MARIANO DE MATOS MACEDO  
Avaliador Interno (UFPR)



## **AGRADECIMENTOS**

Não poderia começar os agradecimentos por outro que não fosse Deus. Ele que tem me capacitado a cada dia dessa caminhada, fortalecido e cercado de pessoas que fazem o caminho melhor.

A minha mãe, Regiane de Cassia Alves Machado, em memória, que me ensinou a ser persistente e determinada em meus objetivos.

Ao meu marido, Daniel Pavelski, que em todo trajeto me ofereceu apoio incondicional. Sempre ao meu lado com seu carinho, companheirismo e principalmente paciência.

A todos os meus familiares, pai, madrasta e avô principalmente, com seu carinho, conversas e doses de otimismo para enfrentar os desafios.

A professora Márcia de Andrade Pereira Bernardinis, por ter acreditado em meu potencial, sempre disponível, um verdadeiro exemplo de dedicação, seriedade e comprometimento.

As joias preciosas que esse tempo me apresentou, as amigas e colegas de mestrado Bruna Buher Kureke, Nathália Oenning e Cíntia Nogueira. Nossas conversas, apoio mútuo e momentos de descontração tornaram o caminho mais leve. Foi muito importante poder contar com vocês.

Obrigada a todos que de alguma forma estiveram presente nesse período de pesquisa e dedicação.

## RESUMO

A cidade de Curitiba, reconhecida como referência em transporte público devido ao sistema BRT (Bus Rapid Transit), após usufruir de um sistema de transporte baseado em ônibus, apresenta um declínio do interesse dos usuários pelo transporte público. Esse problema é compartilhado por tantas outras cidades no Brasil e no mundo em razão da diminuição da qualidade de serviço, o que motiva a necessidade de produzir novas soluções que possam favorecer a mobilidade urbana. Essa pesquisa apresenta uma proposta para melhorar a mobilidade na cidade de Curitiba através de um enfoque multimodal. Assim, para sua realização foi necessário usar uma base de dados que englobam IPPUC – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano, URBS (Empresa de economia mista que gerencia o sistema de transporte da cidade de Curitiba), SETRAN – Superintendência Municipal de Trânsito de Curitiba, IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Tais informações tratam, por exemplo, da distribuição da população nos bairros da cidade, localização de áreas homogêneas de IVS (índice de vulnerabilidade social) e infraestrutura de transporte. A fim de possibilitar uma análise espacial dos dados foi utilizada a ferramenta SIG Transcad versão 4.5. Ainda com o uso do Transcad, foram apontadas as interseções entre os modais existentes usando raio de 300 metros, dentro dos parâmetros de acessibilidade. Dessa forma, combinando a informação das análises espaciais e medida de acessibilidade, foi possível apontar medidas e lugares adequados para abrigar pontos de interseção e transbordo multimodal, trabalhando uma potencialidade da mobilidade que Curitiba ainda não explorou. Após a análise foi elaborada a proposta, composta de quatro frentes principais. O tema das frentes, detalhadas nos resultados da presente pesquisa são: o centro; opção modal nos deslocamentos sentido centro; incentivo ao uso das ciclovias já estabelecidas e o melhor aproveitamento do sistema de transporte por ônibus já estabelecido. O conjunto das articulações visa essencialmente o favorecimento das condições de conexões modais.

**PALAVRAS CHAVE:** multimodalidade, mobilidade sustentável, acessibilidade, transporte público.

## **ABSTRACT**

The city of Curitiba is recognized as a reference in public transportation due to the BRT (Bus Rapid Transit) system, after using this option for so many years, now it starts to present a decline in the public interest in public transportation. This problem is shared by so many other cities in Brazil and in the world, because of the decrease in the service quality which it motivates the need to create new solutions that can improve urban mobility. This research presents a proposal to improve the mobility in the city of Curitiba through a multimodal approach. For this study was necessary to use a database that includes IPPUC - Urban Research and Planning Institute, URBS (Company that manages the Curitiba transportation system), SETRAN - Municipal Transit Authority of Curitiba, IBGE - Brazilian Institute of Geography and Statistics and IPEA - Institute of Applied Economic Research. These information are about, for example, the distribution of the population in the city's neighborhoods, the location of homogeneous areas of IVS (social vulnerability index) and transport infrastructure. In order to allow a spatial analysis of the data, it was used the Transcad SIG tool version 4.5. Awhile using the Transcad, the intersections between the existing modalities were identified using a radius of 300 meters, within the parameters of accessibility. Then, combining the information from the spatial analyzes and the accessibility measure, it was possible to identify adequate measures and places to house intersection points and multimodal transshipment, working a mobility potential that Curitiba has not explored yet. After the analysis was made the proposal, composed of four main articulations. The theme of the articulations detailed in the results of the present research are: the center, modal option in the displacements towards the center, incentive to the use of already established bicycle routes and the best utilization of the bus transportation system already established. The set of articulations aims essentially to favor the conditions of modal connections.

**KEY WORDS:** multimodality, sustainable mobility, accessibility, public transport.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- DIVISÃO MODAL DE TRANSPORTES 2014 .....	14
FIGURA 2- CONSUMO ENERGÉTICO E EMISSÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO POR MODAL .....	15
FIGURA 3- PASSAGEIROS TRANSPORTADOS- MÉDIA/DIA .....	17
FIGURA 4- ESTRUTURA GERAL DA DISSERTAÇÃO .....	21
FIGURA 5- MOBILIDADE E PLANEJAMENTO URBANO .....	22
FIGURA 6- DIMENSÕES DOS SISTEMAS DE TRANSPORTE .....	24
FIGURA 7- ESCALAS TERRITORIAIS E SEUS REQUERIMENTOS EM TRANSPORTES E USO DO SOLO .....	29
FIGURA 8- PIRÂMIDE INVERTIDA DE PRIORIDADE DE TRANSPORTES .....	33
FIGURA 9- CIDADES AVALIADAS NO RELATÓRIO LITTLE (2017).....	38
FIGURA 10- <i>RANKING</i> DAS 84 CIDADES AVALIADAS NO RELATÓRIO <i>FUTURE OF URBAN MOBILITY 2.0</i> .....	39
FIGURA 11- SISTEMA TRINÁRIO DE CURITIBA .....	44
FIGURA 12 - CATEGORIAS DE LINHAS DE ÔNIBUS DE CURITIBA .....	45
FIGURA 13 - MODELO ESQUEMÁTICO DOS TERMINAIS DE INTEGRAÇÃO .....	46
FIGURA 14- MÉTODO ADOTADO .....	53
FIGURA 15- CARACTERIZAÇÃO CURITIBA .....	54
FIGURA 16 - BAIRROS DE CURITIBA.....	55
FIGURA 17- FAIXAS DE VULNERABILIDADE SOCIAL.....	56
FIGURA 18- ESTACIONAMENTO PAGO COM BICICLETÁRIO GRATUITO .....	59
FIGURA 19- LIÇÕES PARA CURITIBA .....	61
FIGURA 20- CONVERTER SHAPE DE SAD-69 PARA SIRGAS-2000 .....	65
FIGURA 21- SOBREPOSIÇÃO DOS DADOS VETORIAIS COM MAPA DO <i>GOOGLE</i> .....	66
FIGURA 22- BASE DE DADOS PARA MAPA DE PONTOS DE TÁXI EM CURITIBA .....	67
FIGURA 23- BASE DE DADOS PARA MAPA DE INTERSEÇÕES COM MAIORES VOLUMES DE TRÁFEGO EM CURITIBA.....	67
FIGURA 24- SINALIZAÇÃO DE PONTOS DE TÁXI .....	68
FIGURA 25 - MAIORES VOLUME TRÁFEGO, PONTOS DE TÁXI E ESTACIONAMENTOS DE CURITIBA EM TRANSCAD .....	69



FIGURA 26 - RENDA DOMICILIAR POR BAIRRO EM TRANSCAD .....	70
FIGURA 27- LINHAS DE ÔNIBUS E PARADAS DE ÔNIBUS .....	71
FIGURA 28- FUSOS NO BRASIL .....	72
FIGURA 29- SOBREPOSIÇÃO DE CAMADAS QUE COMPÕE O SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO NA CIDADE DE CURITIBA.....	73
FIGURA 30- FERRAMENTA BANDS EM TRANSCAD .....	75
FIGURA 31- TABELA DE INTERSEÇÕES .....	76
FIGURA 32- FERRAMENTA BANDS TRANSCAD .....	77
FIGURA 33- OBJETOS SELECIONADOS TRANSCAD .....	78
FIGURA 34- EXEMPLO DE USO DA TABELA DE CLASSIFICAÇÃO .....	100

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1- ACESSIBILIDADE DO TRANSPORTE PÚBLICO POR ÔNIBUS .....	32
TABELA 2- RANKING DAS CIDADES DA AMÉRICA DO SUL USANDO CURITIBA COMO NOTA DE CORTE.....	40
TABELA 3- IMUS DAS CIDADES BRASILEIRAS AVALIADAS .....	48
TABELA 4- PARÂMETRO DE CONVERSÃO SAD-69 PARA SIRGAS-2000 .....	64

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1- INDICADORES DO IVS .....	26
QUADRO 2- SÍNTESE DE CONCEITOS E RESPECTIVAS RELAÇÕES .....	27
QUADRO 3- ESCALAS DE ACESSIBILIDADE.....	28
QUADRO 4- DESEMPENHO DE VÁRIOS MODOS DE TRANSPORTE.....	35
QUADRO 5- EXPERIÊNCIAS MULTIMODAIS NO BRASIL E NO MUNDO .....	41
QUADRO 6- IMUS CURITIBA.....	49
QUADRO 7- CONJUNTO DE DADOS E TRATAMENTO .....	62
QUADRO 8- ANÁLISE DOS DADOS EM TRANSCAD PARA ELABORAÇÃO DA PROPOSTA .....	79
QUADRO 9- CLASSIFICAÇÃO DOS LOCAIS IDENTIFICADOS .....	99
QUADRO 10- PROPOSTA PARA CURITIBA .....	101

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - DIVISÃO MODAL CURTIBA.....	57
GRÁFICO 2 - MOTIVOS PARA USAR MAIS A BICICLETA .....	58



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADH – Atlas da Vulnerabilidade Social nos Municípios e Regiões Metropolitanas Brasileiras

ANTP - Associação Nacional de Transporte Público

BRT - *Bus Rapid transit*

CTB - Código de Trânsito Brasileiro

CPTM - Companhia Paulista de Trens Metropolitanos

IBAM - Instituto Brasileiro de Administração Municipal

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBEU - Índice de Bem-Estar Urbano

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

IES - Índice de Exclusão social

IMTT – Instituto de mobilidade e dos transportes terrestres

IMUS – Índice de Mobilidade Urbana Sustentável

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IVS - Índice de vulnerabilidade social

OECD - Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico

PNAD – Pesquisa Nacional de Dados

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

SETRAN - Superintendência Municipal de Trânsito de Curitiba

SIG - Sistema de Informações Geográficas

SIG-T- Sistema de Informações Geográficas Aplicadas ao Transporte

SNT - Sistema Nacional de Trânsito

TP - Transporte público

URBS - Urbanização de Curitiba S/A

UITP - Associação Internacional de Transportes Públicos

VTPI - *Transport Model Improvements*

WBCSD - *World Business Council for Sustainable Development*

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1	JUSTIFICATIVA.....	18
1.2	OBJETIVO GERAL.....	19
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
1.4	ESTRUTURAÇÃO .....	20
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>22</b>
2.1	PLANEJAMENTO COM MOBILIDADE .....	22
2.1.1	<b>Mobilidade urbana sustentável .....</b>	<b>23</b>
2.1.2	<b>IVS - Índice de Vulnerabilidade Social, uma alternativa para contextualizar a relação entre dimensão social e transportes.....</b>	<b>25</b>
2.1.3	<b>Elementos da mobilidade sustentável.....</b>	<b>27</b>
2.1.4	<b>Escalas da acessibilidade .....</b>	<b>28</b>
2.2	MULTIMODALIDADE .....	30
2.2.1	<b>Contribuições do transporte multimodal para mobilidade .....</b>	<b>32</b>
2.2.2	<b>Experiências de mobilidade multimodal no Brasil e no mundo ...</b>	<b>37</b>
2.2.3	<b>Sistema de transporte público de Curitiba .....</b>	<b>43</b>
2.2.4	<b>IMUS- Um retrato dos problemas na mobilidade sustentável .....</b>	<b>47</b>
2.3	USO DE SIG EM PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES .....	50
2.3.1	<b>Transcad .....</b>	<b>52</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>53</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	54
3.1.1	<b>Lições para Curitiba .....</b>	<b>60</b>
3.2	SELEÇÃO E PREPARAÇÃO DA BASE DE DADOS .....	61
3.3	ESTRUTURAÇÃO DO MODELO NO TRANSCAD .....	71
3.4	MEDIÇÃO DE ACESSIBILIDADE.....	74
3.5	ANÁLISE DOS DADOS E ELABORAÇÃO DA PROPOSTA .....	78
3.5.1	<b>Análise dos dados.....</b>	<b>78</b>
3.5.2	<b>Elaboração da proposta multimodal de Curitiba .....</b>	<b>99</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>101</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>110</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>114</b>

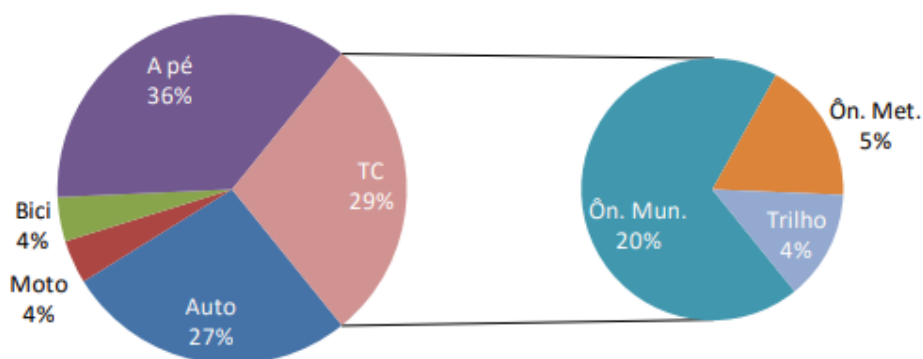
## 1 INTRODUÇÃO

A história das cidades desde o seu berço está relacionada a técnicas de transporte e estocagem de bens, informações e pessoas formando um sistema de mobilidade que constitui a dinâmica urbana que culminou no crescimento tanto horizontal quanto vertical das cidades (ASHER, 2010). O compromisso com a renda e geração de oportunidades torna o transporte junto com a questão da moradia social fundamentais ao planejamento urbano e a Constituição Federal define o transporte coletivo como um serviço público, essencial que, como tal, deve ser provido diretamente pelo estado ou particulares sob delegação do poder público responsável (MCIDADES, 2015).

Conforme Rodrigues (2016), a relevância da mobilidade urbana se deve ao protagonismo exercido pelo transporte urbano. O Instituto Brasileiro de Administração Municipal - IBAM (2005) destaca que no cotidiano das cidades existem evidências de um agravamento da crise no setor que podem ser avaliadas pela motorização individual crescente, pelo declínio do transporte público, aumento de congestionamentos, transporte caro e inadequado e consequente exclusão social.

Dados da Agência Nacional de Transportes (ANTP, 2016a) revelam que atualmente 40% das viagens no Brasil correspondem aos modos não motorizados (bicicleta e a pé), 31% individual motorizado (carro e moto) e 29% transporte público; e que o meio de transporte público mais usado no Brasil é o ônibus, possivelmente por ser o modal que apresenta maior cobertura na esfera nacional (FIGURA 1).

FIGURA 1- DIVISÃO MODAL DE TRANSPORTES 2014

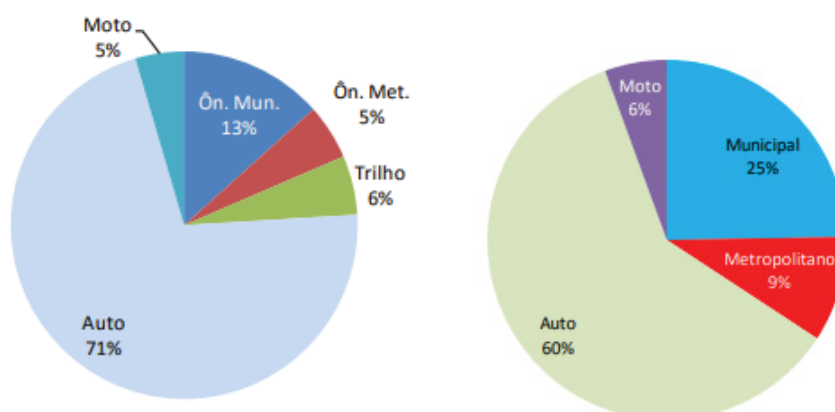


FONTE: ANTP (2016a).

A necessidade de deslocamentos da população é alvo de discussões no Brasil e no mundo, entretanto, algumas características da formação do país, que ocorrem também em outros países da América do Sul, pesam sobre o tema. Portugal (2017) sobre isso apontou que o processo de urbanização acelerado e desordenado, característico das cidades brasileiras contribui para aumentar a complexidade da mobilidade. Esse contexto somado ao aumento da circulação de automóveis tem comprometido negativamente as condições de deslocamentos nos centros urbanos, além de gerar grande impacto ambiental pelo consumo energético e emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Conforme a Agência Nacional de Transportes (ANTP, 2016b), enquanto os modais de transporte coletivo consomem 24% da energia gasta pelo transporte, os privados gastam 76%. Além disso, os meios de transporte motorizados privados são responsáveis por 66% do dióxido de carbono gerado (FIGURA 2).

FIGURA 2- CONSUMO ENERGÉTICO E EMISSÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO POR MODAL



FONTE: ANTP (2016b).

Esse cenário, que também foi observado em outras cidades ao redor do mundo, estimulou o surgimento de um novo enfoque inicialmente na Europa, a mobilidade sustentável (PORTUGAL, 2017).

O conceito de mobilidade urbana sustentável parte da premissa que satisfazer as necessidades humanas de bens e serviços exige oferta disponível e compatível com as demandas da população, de forma estável e regular ao longo do tempo, sem que isso comprometa a capacidade futura de satisfação das gerações seguintes (IPEA, 2016). Para tanto, a mobilidade sustentável deve ser trabalhada em três dimensões, econômica, social e ambiental (PORTUGAL, 2017; IPEA, 2016).



Nesse mesmo sentido, destaca-se que o objetivo da mobilidade urbana sustentável é a promoção do planejamento integrado e uma melhor qualidade de vida para população. Segundo a Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico – OECD - as características da mobilidade sustentável são as seguintes:

Acesso e mobilidade de pessoas, empresas e sociedade, de forma compatível com saúde humana e equilíbrio do ecossistema, promovendo igualdade dentro das gerações e entre as mesmas. Possui custos aceitáveis, funciona eficientemente, oferece a possibilidade de escolha do modo de transporte e apoia uma economia dinâmica e o desenvolvimento regional. Limita as emissões e os resíduos em função da capacidade da Terra para absorvê-los, utiliza recursos renováveis a um ritmo inferior ou igual à sua renovação, utiliza os recursos não renováveis a um ritmo inferior ou igual ao desenvolvimento de substitutos renováveis e reduz ao mínimo o uso do solo e a emissão de ruído (OECD apud MOURELO, 2002).

Segundo Portugal (2017), a efetividade da mobilidade sustentável requer ações para diminuir o número de viagens por automóvel sem com isso prejudicar a realização de atividades, encorajando a mudança de modal, a fim de diminuir distâncias e aumentar a eficiência. Observando essa perspectiva, o presente trabalho explora a questão do transporte multimodal dentro das possibilidades previstas na mobilidade sustentável, entendendo que a multimodalidade contribui para a melhoria da qualidade de vida nos centros urbanos, sendo necessário planejamento, investimento e manutenção da infraestrutura, com destaque para os meios não motorizados.

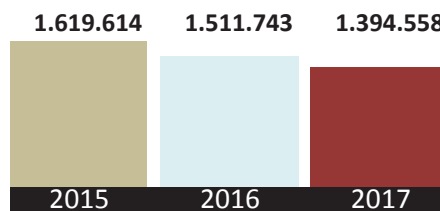
No Brasil, desde que passou a vigorar a lei do Estatuto das Cidades (BRASIL, 2001), foi dado um importante passo rumo à mobilidade sustentável. A lei do Estatuto das Cidades é responsável por regulamentar o capítulo a respeito de “políticas urbanas” da constituição brasileira, estabelecendo critérios inclusive para transporte urbano. Em 2012 por meio da Lei 12.587 – Lei da Mobilidade Urbana - foram instituídas as diretrizes para os municípios planejarem e executarem a política de mobilidade através dos planos diretores, norteados a construção da mobilidade em princípios sustentáveis.

Em Curitiba, no que diz respeito à questão da multimodalidade, a cidade possui plano diretor de acordo com a lei de mobilidade, mas na prática isso não é constatado, conforme observa Miranda (2010) em sua tese de dissertação de mestrado, ao apontar a inexistência de multimodalidade na cidade.

Essa situação é controversa se for levado em consideração que Curitiba inspirou outras várias cidades no mundo com seu modelo de transporte por via exclusiva *Bus rapid transit* (BRT), por exemplo, Bogotá na Colômbia. Bogotá se transformou em exemplo na América do Sul, ampliando a gama de modais envolvidos no planejamento, enquanto a capital do estado do Paraná continuou com o modelo baseado essencialmente por ônibus e que mostra sinais de descompasso atualmente.

Indícios negativos podem ser constatados através de dados da URBS (2018), que revelam queda de 225.056 passageiros por dia entre os anos de 2015 e 2017 conforme a (FIGURA 3).

FIGURA 3- PASSAGEIROS TRANSPORTADOS- MÉDIA/DIA



FONTE: Adaptado de URBS (2018).

Por outro lado, as estimativas do IBGE (2019), revelam que a cidade de Curitiba em 2018 atingiu a marca de 1.917.185 habitantes. Portanto, apesar do aumento populacional, a escolha do transporte público como meio de deslocamento tem sido preterida. Diante desse quadro surge a importância de manter a qualidade no transporte público e oferta de multimodalidade, aproveitando ao máximo a estrutura já existente na cidade.

Nota-se de modo geral que a forma como o sistema viário da cidade foi constituído, apresenta potencial para favorecer a multimodalidade, apesar desta não estar sendo adequadamente aproveitada. Desde 1970, Curitiba começou a implantar um modelo de sistema viário que integra transporte coletivo e zoneamento, moldando a cidade em estruturas lineares, evitando o estrangulamento da circulação no centro da cidade. Baseado em eixos estruturais, Norte-Sul, Leste-Oeste e Boqueirão-Centro, com tráfego exclusivo para ônibus. Curitiba conta atualmente também com a Linha-Verde, que liga o Pinheirinho ao Atuba e é considerado o novo grande eixo estrutural, apesar da controversa, já que favorece a circulação de automóveis a velocidades mais elevadas que as demais vias e divide a cidade.

Apesar da discussão a respeito da linha verde, os eixos lineares, associados a outros tipos de vias: conectoras, coletoras, vias de ligação prioritária, vias de ligação interbairros, anel central de tráfego lento e vias de ligação rodoviária, apresentam uma estrutura de base favorável a multimodalidade.

Assim, diante do exposto, o presente trabalho fundamentado no entendimento da disponibilidade da variedade e conexão entre modais como uma alternativa para melhorar as condições atuais de mobilidade em Curitiba, com ajuda do Sistema de Informações Geográficas Aplicados ao Transporte (SIG-T) Transcad, pretende identificar locais e medidas adequadas à articulação multimodal que resultem em uma proposta simultaneamente eficiente e que respeite as características do meio urbano em que serão inseridas.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Curitiba tem hoje um desafio na mobilidade urbana em seu caráter primordial. Para Ferraz e Torres (2004), isso significa promover o encontro das pessoas com as oportunidades, possibilitar as atividades educacionais, recreativas, comerciais e industriais que conferem grande relevância no desenvolvimento social e econômico das cidades. Apesar de contar atualmente com um plano diretor de mobilidade que aborda a questão multimodal, conforme as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade, a cidade não colocou em prática a multimodalidade.

Um dos pontos chaves é a permanência da manutenção do transporte público exclusivamente por ônibus. Apesar de aparentemente satisfatório, a cidade de Curitiba é refém deste único modal público, o que impacta negativamente sobre a mobilidade.

Nesse sentido, o índice IMUS criado por Costa (2008), com a missão de monitorar a mobilidade urbana, foi a ferramenta usada para verificar que apesar do bom desempenho geral de mobilidade na cidade, Curitiba falha no quesito multimodalidade (MIRANDA, 2010; COSTA, 2013).

Nesse contexto a multimodalidade é uma diretriz importante, frente a procedimentos de planejamento de transportes, que favorece as interconexões de modais, inclusive aqueles não motorizados, como bicicleta e a pé (VTPI, 2011).

Essa ideia é reforçada por Silveira (2013), que enfatiza que oferecer ao usuário de transporte público provisão de modais distintos, incrementa a eficácia e retira um pouco de poder daqueles que monopolizam o transporte público por ônibus.

A finalidade dessa pesquisa é propor para a cidade de Curitiba intervenções que habilitem o funcionamento multimodal no sistema de transportes. Para esse fim, com base na pesquisa de Kumar (2011), entende-se um transporte multimodal não somente como a oferta de modos diferentes, mas também considera a facilidade com que as pessoas realizam as conexões. Para isso a proposta vai abranger medidas e infraestrutura necessária que juntas atuem de forma mais efetiva, podendo contribuir para a melhoria do sistema de transporte público da cidade.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desse trabalho é apresentar uma proposta para viabilização do transporte multimodal na cidade de Curitiba-PR, com base no SIG, Sistema de informações Geográficas, voltado para aplicação na área de transportes Transcad versão 4.5, tendo como premissa mobilidade sustentável. A proposta considera as características da cidade e contempla infraestrutura e medidas que associadas favorecem a esfera das conexões modais.

## 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reproduzir em ambiente Transcad, uma ferramenta SIG, o sistema de transporte da cidade de Curitiba e informações que possam contribuir para seu entendimento como dados econômicos, sociais e população;
- Aplicar medida de acessibilidade aos elementos de infraestrutura que compõe o sistema de transportes de Curitiba, através de recurso disponível no Transcad;
- Analisar como a dinâmica socioeconômica impacta sobre a divisão modal e escolhas relacionadas aos meios de transporte usando o IVS- índice de Vulnerabilidade Social como fundo para a análise;



- Analisar as informações reproduzidas no Transcad, a respeito da cidade de Curitiba, individualmente e associadas;
- Identificar os locais potenciais para receber medidas de infraestrutura e medidas complementares voltadas a multimodalidade.

#### 1.4 ESTRUTURAÇÃO

Esse trabalho é constituído por 5 capítulos, incluindo a introdução. O capítulo 2, referencial teórico, aborda inicialmente a questão do planejamento com mobilidade, a fim de ressaltar a importância da mobilidade para as questões de desenvolvimento das cidades. Em seguida, o conceito da mobilidade é direcionado para o viés sustentável e têm seus elementos principais detalhados, as dimensões do sistema de transporte com atenção especial a dimensão social e seu estudo através do Índice de Vulnerabilidade Social, seguido da conceituação da construção da mobilidade através dos elementos transporte e acessibilidade. A questão da acessibilidade, importante no desenvolvimento desse trabalho, é estudada dentro de suas escalas ainda nesse capítulo, onde pode ser observada a conexão com o tema da multimodalidade, como um requisito das escalas de acessibilidade.

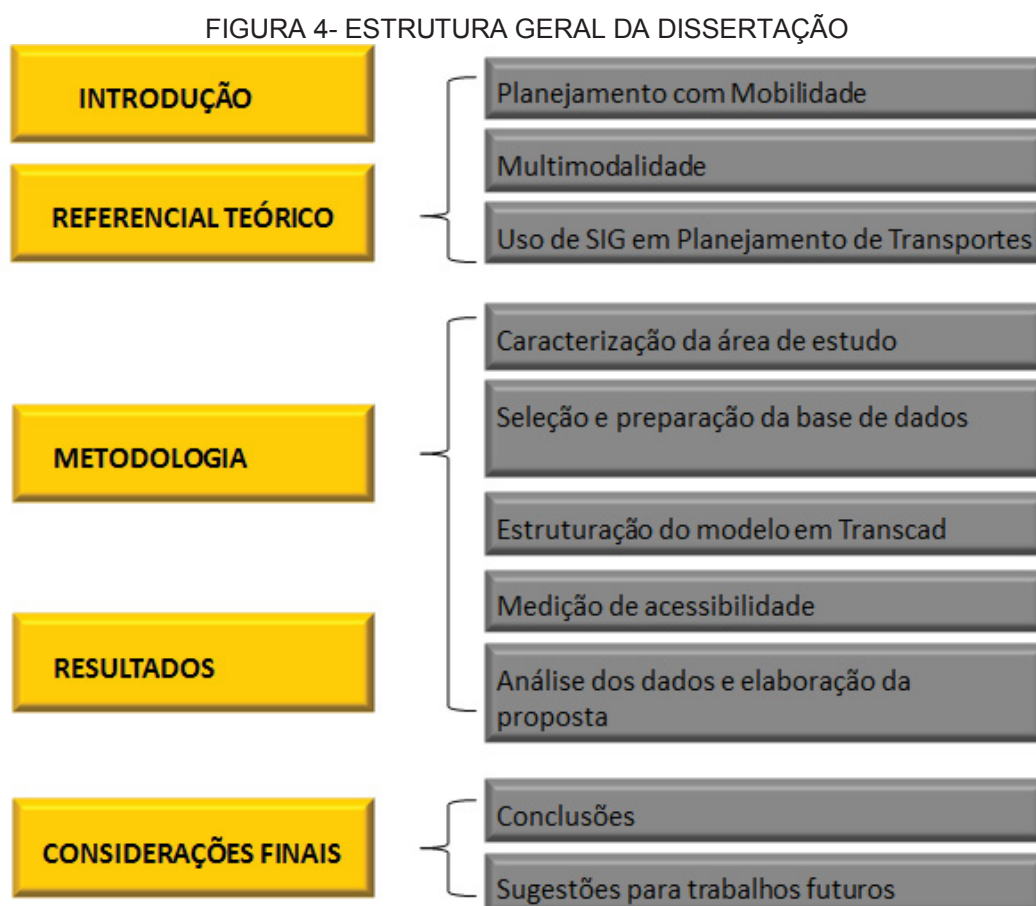
A segunda parte do referencial teórico é dedicada a multimodalidade, através de conceituação, observação das experiências relacionadas ao tema no Brasil e no mundo. Na sequência, o sistema de transporte público da cidade de Curitiba é brevemente apresentado a fim de dar aporte ao item seguinte em que o indicador IMUS é usado na tarefa de elencar onde estão os problemas relacionados à mobilidade em Curitiba, a fim de determinar o que pode ser melhorado.

O capítulo do referencial teórico encerra abordando o uso de sistemas de informações geográficas em planejamento de transportes.

No capítulo 3 é apresentado o método utilizado nessa pesquisa partindo da caracterização de Curitiba em que todo o conjunto de infraestrutura de transporte urbano da cidade, e dados relevantes como Índice de Vulnerabilidade Social de Curitiba é descrito. Como subitem da caracterização também aparece lições para Curitiba, que sintetiza o apresentado no referencial teórico e deve ser usado na elaboração da proposta multimodal. O capítulo segue com a descrição dos procedimentos adotados para estruturar o sistema de transporte da cidade e

aspectos importantes para o mesmo, tais como, populacional, econômico e social em Transcad versão 4.5, além da aplicação da medida de acessibilidade concebida por Ferraz e Torres (2004), adotada como referência nesse trabalho. A análise dos dados e elaboração da proposta finaliza esse capítulo.

No capítulo 4 são analisados os resultados. Por último, conclusões e sugestões para trabalhos futuros compõem o capítulo 5, que encerra essa pesquisa. A seguir a estrutura geral dessa dissertação (FIGURA 4).



FONTE: A autora (2019).

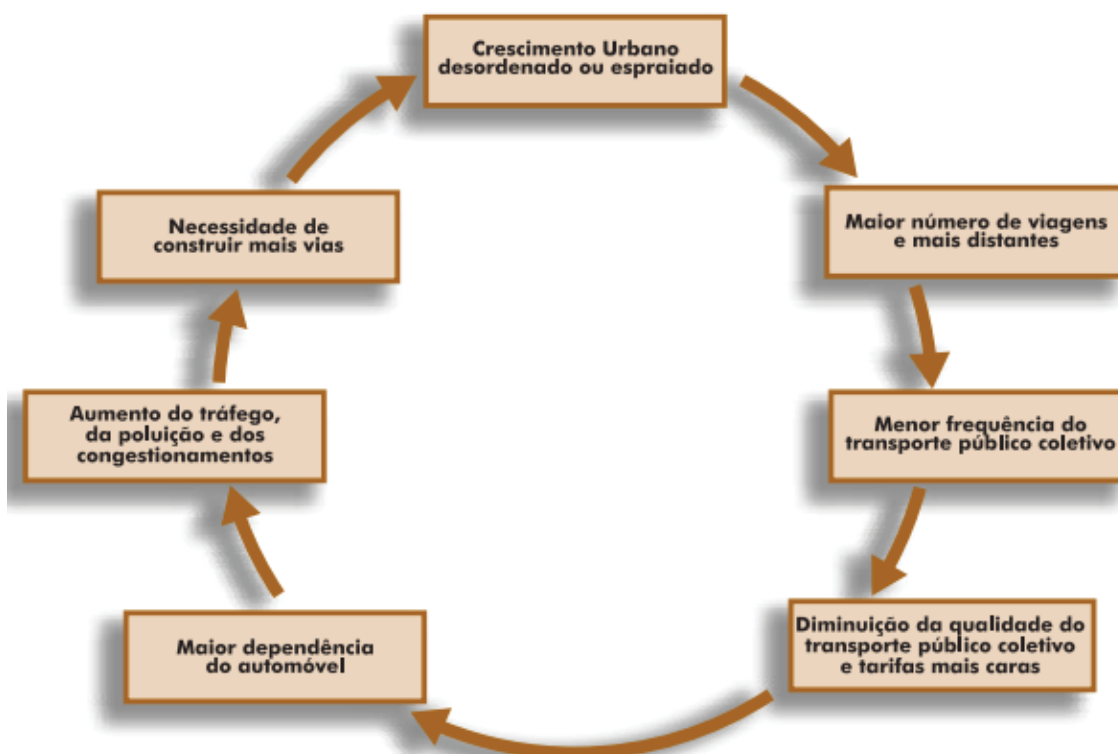
## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 PLANEJAMENTO COM MOBILIDADE

A ocupação do solo urbano, somada a políticas setoriais pouco integradas, acabam por influenciar o sistema de mobilidade das cidades. O resultado é um crescimento desordenado das cidades sem preocupação em distribuir as “facilidades urbanas”. A ausência de ações do poder público local facilita à criação de bairros informais, que não dispõe de serviços e equipamentos públicos para a população que demanda por infraestrutura básica e principalmente por transporte (IBAM, 2017).

A imagem a seguir (FIGURA 5) mostra esse ciclo, no qual o crescimento desordenado das cidades exige viagens mais distantes e em maior número em áreas que normalmente, por serem informais, não tem uma boa cobertura de transporte público. Isso gera diminuição da qualidade do transporte e pode resultar no aumento da tarifa.

FIGURA 5- MOBILIDADE E PLANEJAMENTO URBANO



FONTE: IBAM (2017).

Esse processo acaba por incentivar o uso de automóveis privados, tendo como reflexo o aumento do tráfego e congestionamentos, e gerando demanda por construção de novas vias que abrem frente para ocupação de novas áreas de forma dispersa.

A função de equacionar esse complexo sistema apresentado cabe ao Planejamento de Transportes, área de estudo dentro do Planejamento Urbano, que tem por objetivo adequar as necessidades de transporte de uma região ao seu desenvolvimento de acordo com suas características estruturais, melhorando os disponíveis ou implantando novas soluções. Um planejamento adequado deve contemplar todas as formas de transporte, dando aos veículos a importância compatível com o conceito de mobilidade que se pretende promover.

A seguir, será abordada a mobilidade urbana em seu conceito geral e conceito sustentável.

### **2.1.1 Mobilidade urbana sustentável**

A mobilidade é um atributo das pessoas e dos agentes econômicos no momento em que buscam assegurar os deslocamentos que necessitam, levando em conta as dimensões do espaço urbano e a complexidade das atividades desenvolvidas (ANTP, 2003).

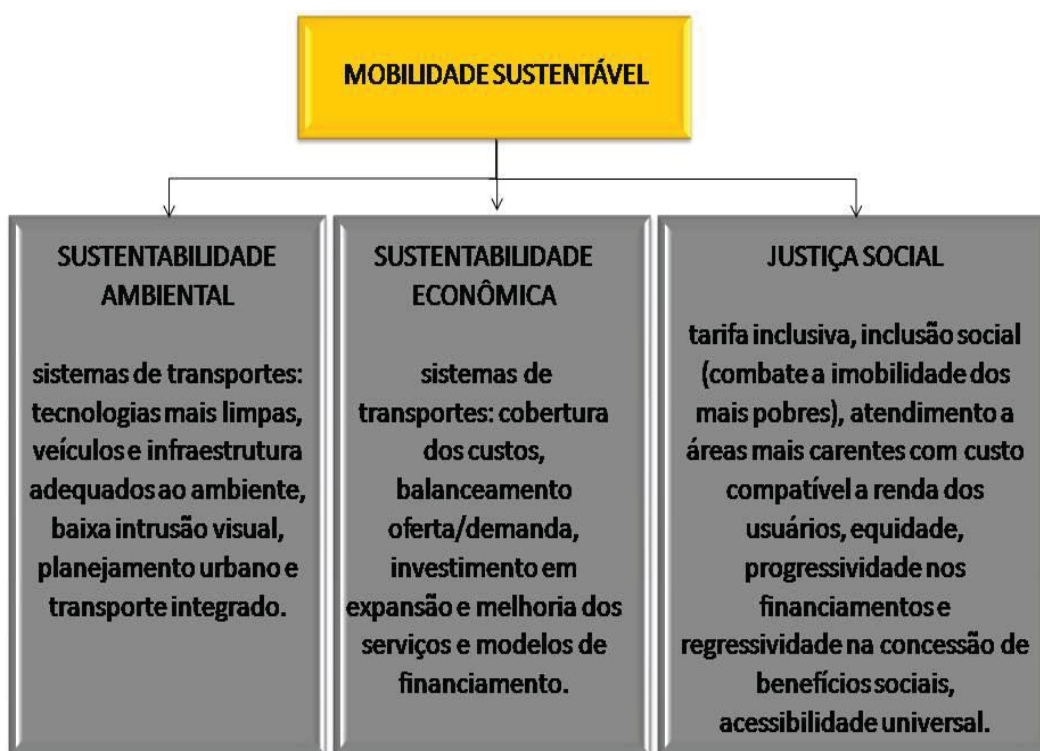
Para o Ministério das Cidades a mobilidade urbana, é fator determinante na qualidade de vida dos cidadãos (MCIDADES, 2015). Pode ser influenciada por alguns elementos: renda, idade e situações permanentes ou provisórias que limitam a capacidade do indivíduo (ANTP, 2003).

O modelo de circulação de cargas e pessoas dentro do espaço urbano influencia na distribuição logística de produtos, saúde, produtividade da população e gera grande impacto no desenvolvimento econômico do país. Apesar disso, os países em desenvolvimento têm tido dificuldades em enfrentar os desafios provenientes da demanda crescente por mobilidade (PINHEIRO, 2016).

Para o IPEA (2016), pensando a mobilidade dentro de um conceito mais amplo de desenvolvimento sustentável, a mobilidade urbana sustentável, se refere à promoção do equilíbrio da satisfação das necessidades humanas e a proteção do ambiente natural. A partir disso é possível delinear três pressupostos básicos da

mobilidade urbana sustentável com relação aos sistemas de transportes: sustentabilidade ambiental, sustentabilidade econômica e justiça social conforme se observa a seguir (FIGURA 6).

FIGURA 6- DIMENSÕES DOS SISTEMAS DE TRANSPORTE



FONTE: Adaptado de IPEA (2016).

O atual desafio das cidades está em promover a mobilidade necessária ao desenvolvimento, minimizando impactos negativos e aumentando a eficiência no sistema, aproximando o mesmo do conceito de sustentabilidade.

O tratamento do tema é função pública destinada a garantir a acessibilidade, seguindo normas e prioridades, as quais correspondam às diferentes necessidades de deslocamento contribuindo para a redução dos efeitos negativos provocados pelo uso predominante do automóvel (ANTP, 2003). Essa definição está em consonância com o que prevê a lei do Estatuto das Cidades:

A política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei têm por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes (BRASIL, 2001).

O bem estar dos habitantes, resultado da função social da cidade é fator preponderante no pleno funcionamento do conceito de mobilidade sustentável. No item a seguir, será apresentada uma alternativa para trabalhar essa dimensão dentro dos sistemas de transporte.

### **2.1.2 IVS - Índice de Vulnerabilidade Social, uma alternativa para contextualizar a relação entre dimensão social e transportes**

Em países em desenvolvimento como o Brasil, dentre as dimensões dos sistemas de transporte, ambiental, econômica e social, a dimensão social precisa ser tratada com atenção especial. Isso se deve ao fato de que as cidades brasileiras apresentam realidades muito diferentes convivendo lado a lado.

Nesse sentido Portugal (2017) afirma que a dimensão social corresponde especialmente aos objetivos ligados à satisfação das necessidades humanas, à melhoria da qualidade de vida e a justiça social: população, trabalho e rendimentos, saúde, educação, habitação e segurança.

Para tanto, planejar e estudar sistemas de transporte a partir de uma abordagem sustentável requer o uso de indicadores sociais, dos quais existe uma variedade, tais como, Índice de Bem-Estar Urbano – IBEU, elaborado pelo Observatório das Metrópoles (2019), Índice de Exclusão social – IES (POCHMANN, 2003), IDH – Índice de desenvolvimento humano e IDHM – Índice de Desenvolvimento Municipal, ambos criados pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2019) e Índice de Vulnerabilidade Social – IVS criado pelo Instituto de Pesquisa Econômica aplicada (IPEA, 2019).

O IPEA produz através da desagregação de dados da Pesquisa Nacional de Dados – PNAD, o Atlas da Vulnerabilidade Social nos Municípios e Regiões Metropolitanas Brasileiras – ADH (IPEA, 2019). Através do Atlas é possível consultar uma variedade de dados a respeito na vulnerabilidade social.

O IVS, portanto, resulta da seleção de 16 indicadores obtidos na plataforma ADH e organizados em 3 dimensões: I- Infraestrutura Urbana do território (seja ele um município, uma região, um estado ou uma Unidade de Desenvolvimento Humano); II- o Capital Humano dos domicílios deste território; e III - a Renda (IPEA,

2019). A seguir o quadro 1 apresenta detalhadamente os indicadores que compõem as dimensões do IVS.

QUADRO 1- INDICADORES DO IVS

 <b>Dimensão</b> infraestrutura urbana	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coleta de lixo;</li> <li>• Água e esgoto inadequado;</li> <li>• Tempo de deslocamento casa-trabalho;</li> </ul>
 <b>Dimensão</b> capital humano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mortalidade infantil;</li> <li>• Criança de 0 a 5 anos fora da escola;</li> <li>• Não estudam, não trabalham e baixa renda;</li> <li>• Crianças de 6 a 14 anos fora da escola;</li> <li>• Mães jovens (0 a 17 anos);</li> <li>• Mães sem ensino fundamental + filhos de até 15 anos;</li> <li>• Analfabetismo;</li> <li>• Criança em domicílio em que ninguém tem o fundamental completo;</li> </ul>
 <b>Dimensão</b> renda e trabalho	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renda menor ou igual a R\$ 255;</li> <li>• Baixa renda e dependente de idoso;</li> <li>• Desocupação;</li> <li>• Trabalho infantil;</li> <li>• Ocupação Informal, s/ ensino fundamental.</li> </ul>

FONTE: Adaptado de (IPEA, 2019).

O IVS permite também a consulta de dados através de Unidades de Desenvolvimento Urbano – UDH, recortes territoriais localizados dentro das áreas metropolitanas que pode ser, por exemplo, uma parte de bairro ou um bairro completo, delimitando áreas de características homogêneas.

No planejamento e estudo de sistemas de transporte esses dados podem ser usados como fundo para entender algumas tendências e comportamentos dos usuários de transporte em seus deslocamentos diários, por exemplo, justificando através da renda a escolha por um determinado modal de transporte em determinada região da cidade. O Índice IVS, portanto, foi o adotado nessa pesquisa para representar o elemento social na dinâmica do sistema de transporte.

A seguir, para o propósito de promover a mobilidade no contexto sustentável, é necessário examinar os elementos essenciais a sua definição: transporte e acessibilidade. O próximo item fornece os subsídios necessários para entender em que medida esses elementos se relacionam com a multimodalidade e como podem contribuir para melhorar as conexões modais disponíveis e por consequência facilitar os deslocamentos de pessoas no ambiente urbano.

### 2.1.3 Elementos da mobilidade sustentável

Dos elementos que compõe a mobilidade se destacam o transporte e a acessibilidade. O transporte tem por função a provisão de infraestrutura física e serviços destinados à realização das viagens, enquanto a acessibilidade está relacionada à facilidade em alcançar as atividades que dependem do primeiro (QUADRO 2).

QUADRO 2- SÍNTESE DE CONCEITOS E RESPECTIVAS RELAÇÕES		
	CONCEITO	RESULTADO
<b>TRANSPORTE</b>	Compreende as infraestruturas e serviços destinados a realização das viagens e dos deslocamentos de pessoas e mercadorias	Promove Acesso
<b>ACESSIBILIDADE</b>	Facilidade de alcançar atividades que dependem dos transportes, do uso do solo (proximidade das atividades) e da integração entre eles	Promove uma impedância a ser superada; características físicas e socioeconômicas das pessoas
<b>MOBILIDADE</b>	Associada ao movimento bem como aos deslocamentos desejados e realizados para desenvolver atividades. Depende da habilidade física e econômica em superar a impedância derivada da acessibilidade	Pode ser expresso por padrões de viagem e foco nas atividades

FONTE: Adaptado de Portugal (2017).

Sobre a associação indiscriminada que ocorre entre mobilidade e seu viés de transporte, vale destacar que o transporte em si não é um objetivo e sim um meio (PINHEIRO, 2016). Oferta de serviços via internet, por exemplo, conhecidas hoje como TICs - Tecnologias da Informação e Comunicação - podem ser substitutas a



um deslocamento e mesmo assim atingir o objetivo, desse modo o acesso acontece sem necessariamente transpor uma distância física.

A acessibilidade pode ser desenvolvida e expressa em medidas mensuráveis, capazes de determinar os efeitos da interação entre a infraestrutura de transporte e a participação modal, como também confinar esses efeitos com a distribuição espacial das atividades (AMANTE, 2017).

O universo de atuação da acessibilidade ocorre em diferentes escalas, detalhadas no próximo item desse trabalho.

#### 2.1.4 Escalas da acessibilidade

Segundo Portugal (2017) sobre a acessibilidade cabe ressaltar que ocorre em escalas diferentes, e que para estabelecer estratégias de acessibilidade em busca de mobilidade é necessário levá-las em consideração.

Essas escalas tratam simultaneamente de variações de extensão geográfica e estratégias de planejamento da mobilidade. São elas: Macroacessibilidade, Mesoacessibilidade e Microacessibilidade. Apesar dos elementos que as compõe se permearem é possível identificar as exigências características de cada uma conforme o quadro 3.

QUADRO 3- ESCALAS DE ACESSIBILIDADE

(continua)

Escala de acessibilidade	Exigências características
Macroacessibilidade	Requer uma rede estruturante de transporte público de maior capacidade e qualificado para promover acesso a todo o território de forma equitativa, acompanhada da integração multimodal, assumindo-se ainda uma distribuição espacial balanceada das atividades no âmbito local (escala meso e micro), podendo abranger toda uma região metropolitana;

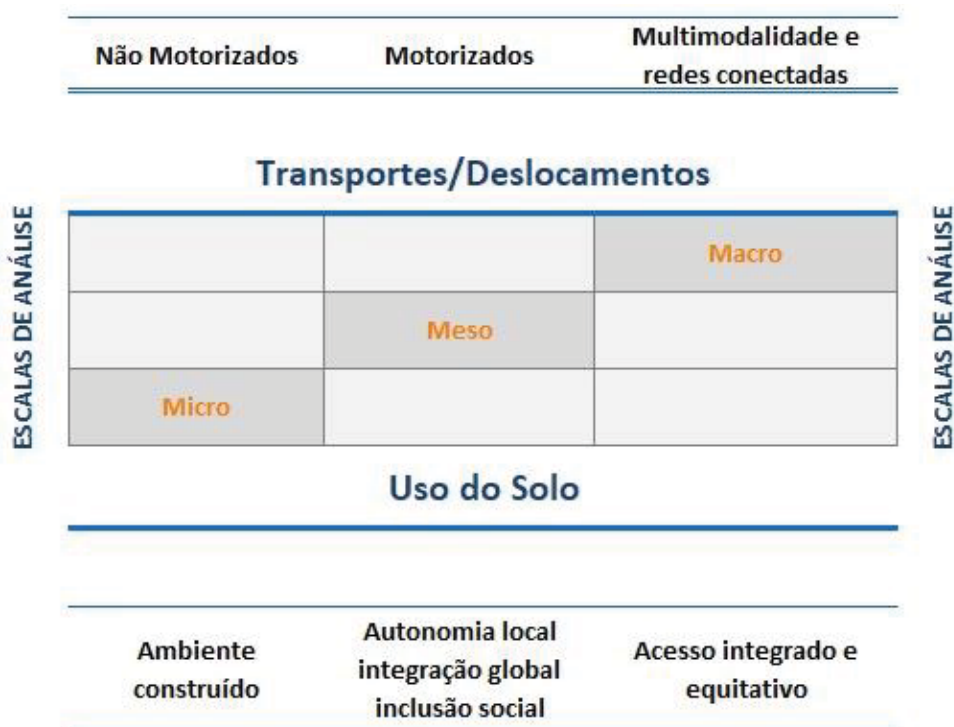
(conclusão)

<b>Escala de acessibilidade</b>	<b>Exigências características</b>
Mesoacessibilidade	Para vencer distâncias relacionadas a bairros ou municípios requer, além da caminhada e da bicicleta, uma oferta de transporte público de menor capacidade integrado a rede estruturante;
Microacessibilidade	Predomínio de percursos a pé e por bicicleta, embora o percurso seja tratado com grande sensibilidade às condições do ambiente construído. Possui cinco dimensões básicas: uso do solo, desenho urbano, disponibilidade de transporte público e destinos acessíveis.

FONTE: Adaptado de Portugal (2017).

Nesse sentido, as diferentes escalas macro, meso e micro, apesar de apresentarem requerimentos específicos em transporte e uso do solo são dependentes (FIGURA 7).

FIGURA 7- ESCALAS TERRITORIAIS E SEUS REQUERIMENTOS EM TRANSPORTES E USO DO SOLO



FONTE: Adaptado de Portugal (2017).

Portanto ao trabalhar os aspectos de acessibilidade na mobilidade, observa-se a multimodalidade. Situada principalmente nos requerimentos da escala macro, mas dependente do funcionamento em equilíbrio das escalas meso e micro.

A acessibilidade se relaciona com o conceito de multimodalidade na medida em que é fator potencializador da interação das redes de transportes e usos do solo, ditando possibilidades de escolhas ao indivíduo do território estimulando a organização do território (AMANTE, 2017).

Essa interdependência entre as escalas precisa ser considerada com atenção para o objetivo desse trabalho em sincronizar infraestruturas e medidas em função da promoção do transporte multimodal em Curitiba. Entretanto, para alcançar propostas satisfatórias, não se deve negligenciar a facilidade com que o usuário de transporte alcança os modos disponíveis, sob pena de resultar na ineficiência do sistema de mobilidade.

## 2.2 MULTIMODALIDADE

Um sistema de transporte pode ser classificado como multimodal quando dois ou mais modos de transporte são usados para uma única viagem (NES, 2002).

Na definição do IMTT – Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres (2011), a multimodalidade harmoniza diferentes modos de transporte nos deslocamentos, em função das opções modais disponíveis, comodidade e competitividade traduzem os componentes da qualidade urbana que esse conceito busca.

Além disso, um sistema de transporte multimodal integra diferentes escalas geográficas do global para o local (RODRIGUES, 2016).

A Multimodalidade difere da Intermodalidade quanto ao número de operadores de transporte envolvidos em um deslocamento (origem-destino), sendo no primeiro conceito atribuído a gestão e a responsabilidade a um único operador (AMANTE, 2017).

Diante disso, o conceito multimodal parece simples, mas o fato de ter sido desenvolvido em diferentes períodos e por diferentes atores no campo do transporte resulta em cenários complexos. Esses cenários revelam que a grande maioria das

ciudades não possui sistemas de transporte realmente multimodal, mas sim um conjunto de sistemas unimodais inadequadamente conectados (NES, 2002).

Nesse mesmo contexto Kumar (2011), considera importantes os locais em que ocorrem as transferências entre os modos, as quais identificaram como nós. Geralmente estes são paradas de ônibus, estação ferroviária, estacionamentos ou outra instalação pública.

Dois aspectos se destacam com relação à multimodalidade conforme observado a seguir:

**O que a multimodalidade deve oferecer:** Para Nes (2002) o transporte multimodal exige um serviço de transporte rápido e barato, para que possa economizar dinheiro (em termos de custo de viagem) e fornecer serviço rápido para o viajante (economizar tempo de viagem) para que a pessoa que tradicionalmente usa o carro possa aderir ao transporte público.

**Como avaliar a eficiência um sistema multimodal:** Um dos problemas percebidos pelos formuladores de políticas com relação ao transporte multimodal é como avaliá-lo. Estudos anteriores, (KUMAR, 2011; LIU E ZHU, 2004) realizaram análise de acessibilidade com foco na multimodalidade através de ambiente SIG, avaliando sistemas multimodais já estabelecidos.

Nesse sentido, Kumar (2011) observa que as medidas baseadas em acessibilidade são mais precisas no caso do transporte multimodal, podendo ser tratada como uma medida de desempenho com relação à funcionalidade e eficácia dos sistemas de transportes que contribui tanto com projeto quanto monitoramento do mesmo.

Nesse contexto é necessário selecionar medidas de desempenho adequadas para tratar de sistemas multimodais e entender que medidas de desempenho não são aditivas, em outras palavras, vários modais funcionando bem não significam um sistema multimodal com bom desempenho. Sistemas multimodais funcionam somente se os modos estiverem bem integrados na interface.

As medidas de acessibilidade têm a capacidade de avaliar os efeitos de retorno entre as infraestruturas de transporte e a repartição modal, através da distribuição espacial das atividades e equacionamento da forma urbana em termos de influencia ou de potencialidades (AMANTE, 2017).

Analizando diversas pesquisas de acessibilidade aplicadas a multimodalidade Kumar (2011), observou que as medidas de gravidade trazem resultados muito mais próximos da realidade do que outras medidas.

Nessa pesquisa as impedâncias geradas pelo aumento das distâncias, medida gravitacional, será usada durante o desenvolvimento do processo metodológico. A seguir, o fator de acessibilidade idealizado por Ferraz e Torres (2004) para mensurar a qualidade do transporte público por ônibus é apresentado na tabela 1.

TABELA 1- ACESSIBILIDADE DO TRANSPORTE PÚBLICO POR ÔNIBUS				
<b>Fator</b>	<b>Parâmetro de avaliação</b>	<b>Bom</b>	<b>Regular</b>	<b>Ruim</b>
<b>Acessibilidade</b>	Distância de caminhada no início e no fim da viagem	<300	300-500	>500

FONTE: Adaptado de Ferraz e Torres (2004).

A seguir, o item 2.2.1 destaca as contribuições que a multimodalidade pode oferecer para a mobilidade e que favorecem a proposta multimodal para Curitiba desenvolvida nessa pesquisa.

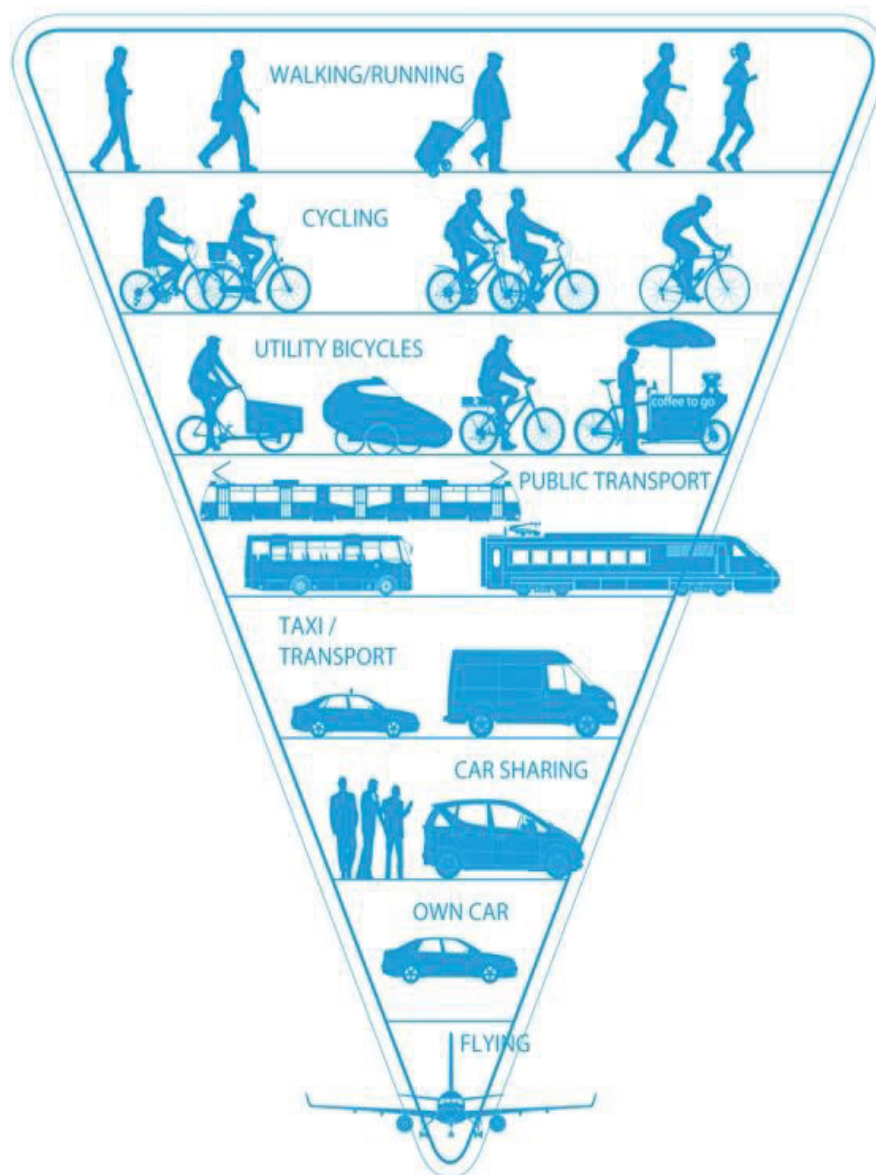
### **2.2.1 Contribuições do transporte multimodal para mobilidade**

Ciclismo, caminhada e transporte público eram reconhecidos como modos importantes de transporte até o início da década de 1940, entretanto, a orientação do planejamento do século passado, voltado para o meio individual motorizado, resultou em um vasto sistema rodoviário que estimula a conveniência do uso de automóveis particulares (LITMAN, 2017).

O planejamento multimodal resgata essas possibilidades associando caminhada, ciclismo, transporte público e automóvel como opções de transporte. Além disso, responde por fatores de uso da terra que afetam a acessibilidade. O transporte multimodal trabalha com a integração dos modais, explorando as melhores características dos mesmos com sinergia, procura esgotar os recursos em cada sistema, através de interconexão, antes de priorizar investimentos isolados (NETO, 1998).

Diante disso, o planejamento do transporte obteve na diversidade modal um caminho para minimizar os efeitos da crise instalada nas grandes cidades gerada pela dificuldade de mobilidade, considerando uma gama mais ampla de opções e impactos. O nível de serviço dos modais segundo Litman (2017) passou então a ser hierarquizado favorecendo aqueles mais acessíveis e eficientes, em termos de espaço, energia e outros custos, conforme listados a seguir: pedestres, bicicletas, transporte público, veículo de serviço e frete, táxis, veículos de ocupação múltipla e veículos de ocupação individual. Essa hierarquização é bem traduzida pela figura da pirâmide invertida da prioridade dos usos de transporte conforme pode ser observado (FIGURA 8).

FIGURA 8- PIRÂMIDE INVERTIDA DE PRIORIDADE DE TRANSPORTES



FONTE: Bicycle Innovation Lab (2017).

No CTB - Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 1997), os princípios apresentados também mencionam essa hierarquia, designando responsabilidades dos diversos atores que compõe o trânsito. Segundo essa hierarquia, a maior responsabilidade cabe ao conduto do maior veículo, por exemplo, os motoristas de caminhões são responsáveis pelos motociclistas que por sua vez são responsáveis pelos pedestres, elementos mais frágeis desse sistema.

No contexto do transporte multimodal, essa classificação hierárquica se apresenta bastante relevante, pois representa as diferentes capacidades de diferentes modos. A fim de melhor entender essas características de cada modal, no Canadá Litman (2017), coordenador do Victoria Transport Policy Institute, instituto de pesquisa independente dedicado ao desenvolvimento de soluções para problemas de transportes, resumiu o desempenho de vários modos de transporte segundo os seguintes critérios: disponibilidade, velocidade, densidade, carregamento, custo, usuários potenciais e limitações. O quadro 4 a seguir apresentado retrata os resultados obtidos.

QUADRO 4- DESEMPENHO DE VÁRIOS MODOS DE TRANSPORTE

(continua)

Modo	Disponibilidade	Velocidade	Densidade	Carregamento	Custo	Usuários Potenciais			Limitações
	Horários e locais servidos	Velocidade típica	Espaço necessário	Capacidade de carregamento	Custo do usuário	Não motoristas	Pessoas de baixa renda	Deficientes	Requer habilidade, infraestrutura ou equipamento
Caminhada	Amplo (quase universal)	3,22-8,5 km/h	Baixo	Pequeno	Baixo	Sim	Sim	Vários	Requer habilidade física. Distância limitada. Capacidade de carga. Muitas vezes difícil ou inseguro de usar.
Cadeira de rodas	Limitado (requer equipamento adequado)	3,22-8,5 km/h	Médio	Pequeno	Médio	Sim	Sim	Sim	Requer calçadas ou caminho adequado. Distância limitada e capacidade de carga.
Bicicleta	Amplo (viável na maioria das estradas e caminhos)	8,05-24,14 Km/h	Médio	Pequeno/ Médio	Médio	Sim	Sim	Vários	Requer bicicleta e habilidade. Distância limitada e capacidade de carga.
Táxi	Moderado (em áreas mais urbanas)	32,20-96,56 Km/h	Alto/Médio	Médio	Alto	Sim	Limitado	Sim	Custos elevados e limitados. Disponibilidade
Transporte rota fixa (Van)	Limitado (principalmente áreas urbanas)	32,20-64,67 Km/h	Alto	Médio	Médio	Sim	Sim	Sim	Disponibilidade limitada. Às vezes difícil de usar.
Transporte para deficientes	Limitado	16,09-48,20 Km/h	Médio	Pequeno	Alto	Sim	Sim	Sim	Alto custo e serviço limitado
Carro particular	Amplo (quase universal)	32,20-96,56 Km/h	Alto	Médio/ Alto	Alto	Não	Limitado	Vários	Requer capacidade de condução e veículo



(conclusão)

Modo	Disponibilidade	Velocidade	Densidade	Carregamento	Custo	Usuários Potenciais			Limitações
	Horários e locais servidos	Velocidade típica	Espaço necessário	Capacidade de carregamento	Custo do usuário	Não motoristas	Pessoas de baixa renda	Deficientes	Requer habilidade, infraestrutura ou equipamento
Veículo partilhado (inclui UBER e similares)	Limitado (Adequado apenas a alguns tipos de viagens)	32,20-96,56 Km/h	Alto	Médio	Médio	Sim	Sim	Sim	Requer motorista. Requer Cooperativa.
Veículo de aluguel	Limitado	32,20-96,56 Km/h	Alto	Médio/ Alto	Médio	Não	Limitado	Vários	Requer aluguel de veículo e serviço acessível
Moto	Amplo (quase universal)	32,20-96,56 Km/h	Médio	Pequeno/Médio	Alto	Não	Limitado	Não	Requer motocicleta e habilidade. Custo moderado.
Telecomunicação- Mobilidade digital (TIC's)	Amplo (quase universal)	NA	NA	NA	Médio	Sim	Vários	Vários	Requer equipamento e habilidade

FONTE: Adaptado de Litman (2017).

Conforme o quadro 4 é possível notar que a pesquisa Canadense captou as perspectivas de uma realidade bem diferente da brasileira, onde meios não motorizados de transporte, tais como, cadeira de rodas e bicicleta, possuem custo de aquisição acessível permitindo maior gama de usuários, enquanto as boas condições de calçadas permitem uso universal tanto a pedestres como a pessoas com mobilidade reduzida. Apesar das diferenças, a pesquisa serve como um parâmetro inicial.

Assim nota-se que um sistema de transporte que favoreça a diversidade modal pode contribuir para eficiência e equidade e atender demandas diversas fisicamente, economicamente e socialmente. Para atender essa demanda é necessário que o transporte seja multimodal e tenha conectividade com outros meios (LITMAN, 2017). É necessário planejar e investir nessa perspectiva, pois o subinvestimento em modais como ciclismo, caminhada e transporte público torna-os difíceis de usar, as experiências relacionadas a aspectos de multimodalidade na mobilidade de diversas cidades no Brasil e no mundo apresentadas a seguir contribuem indicando alternativas para superar esse desafio.

### **2.2.2 Experiências de mobilidade multimodal no Brasil e no mundo**

Em 2014, a empresa de consultoria em inovação Arthur D. Little elaborou o relatório *Future of urban mobility 2.0* (LITTLE, 2017), resultado de um acordo com a Associação Internacional de Transportes Públicos - UITP. O relatório visa apoiar cidades na formação de um sistema de mobilidade melhorado, através das avaliações que apontem necessidades de melhorias e bons exemplos a serem seguidos.

Usando 19 critérios Little (2017), inclusive com indicadores voltados a multimodalidade e de priorização do transporte público, avaliou a maturidade da mobilidade e desempenho de 84 cidades em todo o mundo, orientada por premissas de mobilidade sustentável, os mesmos que regem a presente pesquisa. Foram valorizados sistemas de transporte multimodal, uso de energias alternativas e menos poluentes, acessibilidade universal entre outros critérios com o mesmo caráter na avaliação.

A pontuação de mobilidade por área varia de 0 a 100 pontos de índice, o máximo são 100 pontos pelo melhor desempenho conforme o critério. Na avaliação do relatório as 84 cidades selecionadas foram separadas em três grupos distintos:

- 40 cidades, grupo das megalópoles;
- 24 cidades, aquelas que representam o maior PIB da região e população;
- 20 cidades, menores com boas práticas, que são úteis como modelos para outros. Europa dominou esse grupo com 14 cidades, mas a cidade brasileira Curitiba apareceu nessa lista.

A seguir todas as cidades que participaram da pesquisa e grupo pertencente (FIGURA 9).

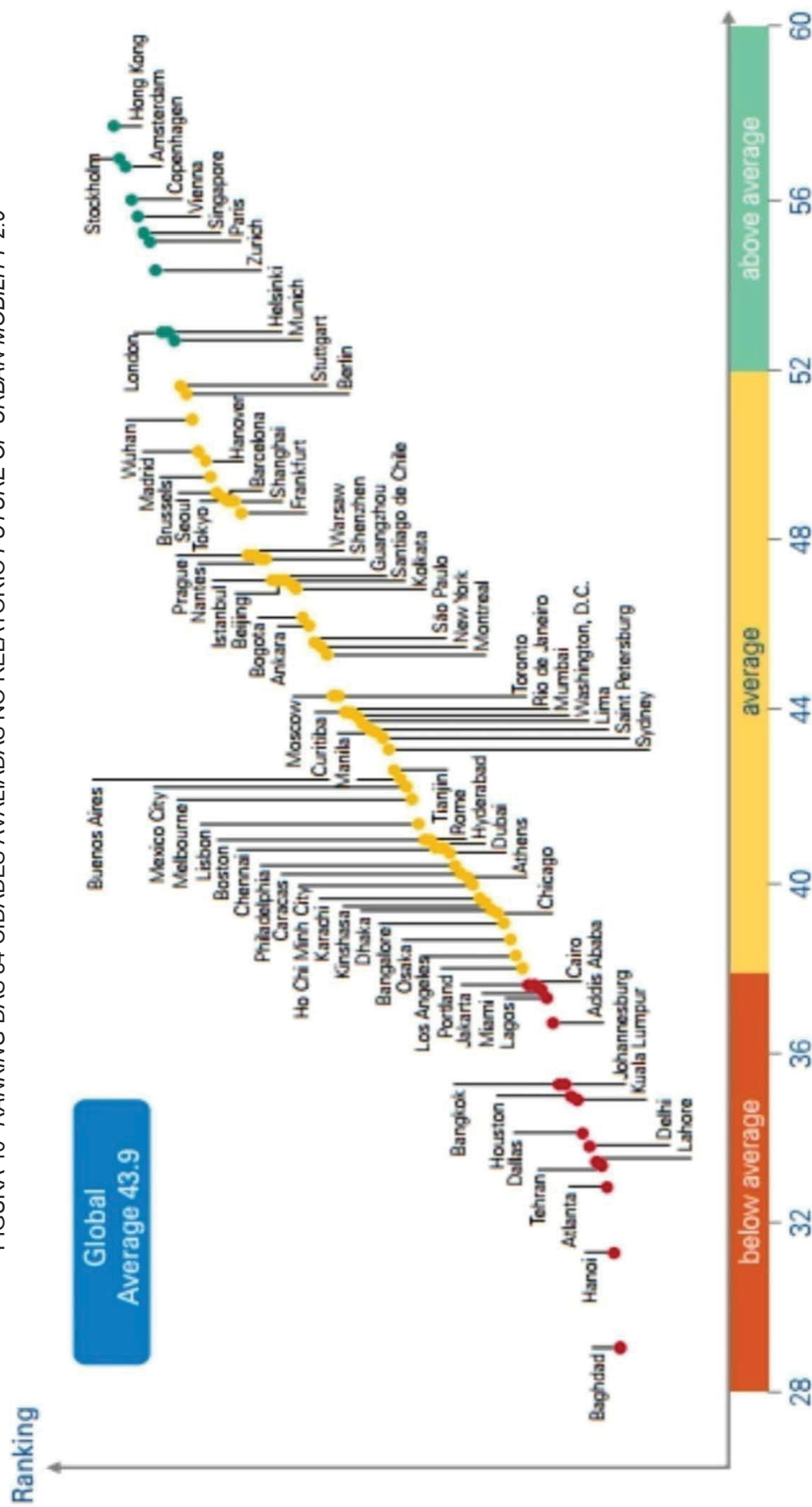
FIGURA 9- CIDADES AVALIADAS NO RELATÓRIO LITTLE (2017)

	Americas 22		Europe, Middle East & Africa 33			Asia Pacific 29		
"Megacities"-cluster of C40 Cities Climate Leadership Group 40	USA/Canada Chicago Houston Los Angeles New York Philadelphia Toronto Washington D.C.	Latin America Bogota Buenos Aires Caracas Lima Mexico City Rio de Janeiro Sao Paulo	Europe Athens Berlin Istanbul	London Madrid Moscow	Paris Rome Warsaw	Asia Bangkok Delhi Dhaka Hanoi	Ho Chi Minh Hong Kong Jakarta Karachi	Mumbai Seoul Tokyo
World's largest cities determined by GDP share <sup>1)</sup> 24	Atlanta Boston Dallas Miami		Europe Barcelona Lisbon St. Petersburg		Middle East Baghdad Tehran	Ankara Bangalore Beijing Chennai Guangzhou Hyderabad Kolkata	Lahore Manila Osaka Shanghai Shenzhen Tianjin Wuhan	
Smaller cities with good practices 20	Portland Montreal	Curitiba Santiago de Chile	Amsterdam Copenhagen Frankfurt Prague Stuttgart Brussels	Munich Stockholm Vienna Zurich Nantes Hanover	Helsinki Dubai	Kuala Lumpur Singapore		

FONTE: Little (2017).

As cidades Latino-Americanas e Asiáticas do Pacífico mostram um desempenho abaixo da média, e bem abaixo da Europa Ocidental (43,9 e 42,8 pontos, respectivamente), mas supera outras regiões em critérios relacionados ao transporte, tais como, atratividade financeira do Transporte Público - TP, compartilhamento de divisão modal e uso de cartões inteligentes. A maioria das cidades da América Latina apresenta um desempenho médio entre 40 e 47 pontos, enquanto as cidades do Pacífico Asiático mostram melhor desempenho, de Hong Kong e Cingapura com dezenas de 58,2 e 55,6, respectivamente. A seguir a apresenta o *ranking* completo (FIGURA 10).

FIGURA 10- RANKING DAS 84 CIDADES AVALIADAS NO RELATÓRIO FUTURE OF URBAN MOBILITY 2.0



FONTE: Little (2017).

O relatório, baseado em índices de mobilidade e desempenho, considerou insatisfatórios os resultados obtidos, considerando que a maioria das cidades está mal equipada para lidar com desafios futuros relacionados à mobilidade. O escore médio global é de 43,9 pontos, significando que, em média, as cidades atingiram menos da metade dos pontos possíveis.

Das cidades avaliadas na América do Sul, utilizando Curitiba como nota de linha de corte, aparecem Santiago do Chile, Bogotá e São Paulo.

TABELA 2- RANKING DAS CIDADES DA AMÉRICA DO SUL USANDO CURITIBA COMO NOTA DE CORTE



<b>Cidade</b>	<b>Posição no Ranking</b>	<b>Pontuação</b>
<i>Hong Kong</i>	1º	58,2
<i>Santiago do Chile</i>	29º	47,1
<i>Bogotá</i>	31º	46,3
<i>São Paulo</i>	33º	45,7
<i>Curitiba</i>	38º	44

FONTE: Adaptado de Little (2017).

Com base no relatório foram selecionadas as 4 primeiras cidades melhores colocadas no ranking geral e as 3 cidades da América do Sul que possuem posições melhores que a de Curitiba, para uma breve revisão dos aspectos ligados a mobilidade com foco em elementos relacionados a multimodalidade. Assim foram selecionadas as 7 cidades: Hong Kong, Amsterdã, Copenhague, Viena, Santiago do Chile, Bogotá e São Paulo. A seguir no quadro 5, são listadas algumas das características ligadas a multimodalidade das cidades escolhidas e que apresentam boas referências para a proposta curitibana de transporte multimodal.

## QUADRO 5- EXPERIÊNCIAS MULTIMODAIS NO BRASIL E NO MUNDO

(Continua)

Cidade-país	Imagem da cidade	Características observadas
Hong Kong- China	 <p data-bbox="539 808 805 835">FONTE: (MOBILIZE 2018a).</p>	<p data-bbox="922 383 1447 734">Sistema de transporte multimodal baseado em ferrovia e suportado por bondes, ônibus, micro-ônibus, táxis e linhas férreas. Compartilhamento de modal de transporte público muito elevado (90%) e taxas de propriedade de veículos muito baixas, 50 veículos por 1000 habitantes (BOOZ, 2012).</p> <p data-bbox="922 745 1447 965">A cidade ainda com cartão inteligente que os clientes usem todos os modos de transporte e pagamento de estacionamento, lojas e instalações de lazer.</p>
Amsterdã- Holanda	 <p data-bbox="552 1335 793 1361">FONTE: A autora (2019).</p>	<p data-bbox="922 983 1447 1330">Sistema inteligente de integração da malha ciclovária com a viária urbana, hoje em qualquer ponto da cidade estará sempre a menos de 200 metros de alguma ciclovía, ciclofaixa ou faixa compartilhada (SIRKIS, 2012). A cidade também conta com sistema de compartilhamento de rede, com carro e bicicleta.</p>
Copenhague- Suíça	 <p data-bbox="539 1783 805 1809">FONTE: (MOBILIZE 2018b).</p>	<p data-bbox="922 1375 1447 1816">Copenhague também conta com um plano de atratividade de uso de bicicletas e de ônibus. Nesse plano, baseado em internet das coisas (IoT) <sup>1</sup>, semáforos inteligentes priorizam a travessia de bicicletas e ônibus através da formação de ondas verdes (BNDES, 2018). A cidade também tem a menor taxa de penetração de carros na Europa Ocidental em 0,24 per capita, Little (2017).</p>

<sup>1</sup>A internet das coisas identificada pela sigla IoT é uma infraestrutura global que habilita serviços avançados por meio da interconexão entre coisas (físicas e virtuais) com base nas tecnologias de informação e comunicação (TIC), trata de conectar coisas e lhes dotar do poder de processar dados (BNDES, 2018).



(continuação)

Cidade-país	Imagem da cidade	Características observadas
Viena- Áustria	 <p data-bbox="539 689 810 712">FONTE: (MOBILIZE 2018c).</p>	<p>Possui uma infraestrutura ciclovária extensa e bem conectada, metrô, bonde, tram (VLT), ônibus, ônibus elétrico, dois sistemas de carros compartilhados, dois sistemas de bicicletas públicas, e tudo isso integrado (<i>city bike</i> e <i>next bike</i>), funcionando em conjunto, nas vias e nas estações. Possuem sistemas de mobilidade seguros com equilíbrio e divisões modais, mas não têm cartão inteligente (MOBILIZE 2018c).</p>
Santiago - Chile	 <p data-bbox="571 1323 778 1346">FONTE: (DTP, 2017).</p>	<p>O transporte público conta atualmente com uma moderna e crescente rede subterrânea com 4 linhas e 80 Km de extensão, além da frota de ônibus urbanos e táxis, com rotas pré-determinadas divididas por várias pessoas. Dispõe de cartão de transporte para pagamento unificado desde o ano de 2007. O Sistema abrange uma área de 2.353 km<sup>2</sup> incluindo a região metropolitana, segundo o <i>Directorio de transporte público metropolitano</i> (DTP, 2017).</p>
Bogotá- Colômbia	 <p data-bbox="544 1868 804 1890">FONTE: (MORATO, 2015).</p>	<p>O sistema TransMilenio, inspirado no BRT de Curitiba foi complementado tanto pela construção de calçadas mais largas, incluindo vias destinadas exclusivamente ao fluxo de pedestres (calçadões), como pela execução de uma extensa rede ciclovária <i>Ciclorruta</i> (MORATO, 2015). Um exemplo bem-sucedido em Bogotá é a disponibilização de estações de aluguel e estacionamentos para bicicletas em estações de metrô (MORATO, 2015), o que assegura a multimodalidade.</p>

(conclusão)

Cidade-país	Imagem da cidade	Características observadas
São Paulo- Brasil	 <p data-bbox="534 925 813 952">FONTE: (MOBILIZE, 2018d).</p>	<p>Possui 4 linhas de trem e 6 linhas de metrô e sistema de ônibus por linhas exclusivas. Em 2014 a cidade começou um amplo processo de realização de ciclovias (AGOSTINI, 2015). Dispõe também de cartão inteligente para uso nos ônibus, micro-ônibus, trens do Metrô e da CPTM (Companhia Paulista de Trens Metropolitanos), terminais e estações BRT que permitem a utilização do mesmo passe por até 4 viagens em até 3 horas (SPTRANS, 2018). O transporte da cidade apresenta oferta multimodal enquanto o bilhete com uso estendido facilita troca de modal.</p>

FONTE: A autora (2019).

O próximo item desse trabalho, sistema de transporte público de Curitiba, apresenta um breve panorama do sistema estabelecido, a fim de criar aporte para o entendimento do item que lhe sucede e que retrata através do IMUS – Índice de Mobilidade Sustentável, os obstáculos encontrados em Curitiba para mobilidade sustentável.

### 2.2.3 Sistema de transporte público de Curitiba

O sistema de transporte da cidade de Curitiba começou a ser estabelecido a partir do ano de 1955 quando o transporte coletivo é regulamentado no município. Mas foi a partir de 1966 que ganhou forma com o Plano Diretor que determinou que o planejamento urbano deveria ser orientado pelo tripé Uso do solo, Sistema viário e Transporte público, fato que abriu caminho para o sistema se organizar tal como conhecemos hoje (URBS, 2019). Segundo Pinheiro (2016), até 1973 todas as linhas de ônibus da cidade convergiam para o centro, o que resultou em ruas congestionadas e praças tomadas por pontos de ônibus, assim surgiu à demanda



que, em 1974 culminou na criação da primeira linha Expressa – Eixo norte e sul - da cidade, o chamado sistema trinário, primeiro BRT- *Bus rapid transit* a entrar em operação, onde o ônibus opera em faixa exclusiva e separada (FIGURA 11).

FIGURA 11- SISTEMA TRINÁRIO DE CURITIBA



FONTE: (IPPUC, 2007).

O sistema que ao longo dos anos continuou sendo orientado basicamente para o modal ônibus, o que não significa necessariamente uma falha, lembrando que naquele momento as cidades brasileiras ainda não haviam experimentado os conceitos de mobilidade sustentável, e suprir as demandas por deslocamentos era suficiente.

Conforme o atual plano diretor da cidade (CURITIBA, 2015), a macro-hierarquia apresentada pela estruturação do transporte coletivo contempla 6 eixos:

**Eixos estruturantes:** Principais corredores de transporte que dispõe de pistas exclusivas para o sistema de transporte de alta capacidade, podendo ter abrangência de atendimento metropolitano;

**Eixo estruturante metropolitano** - Linha Verde: corredor de transporte coletivo de caráter urbano e de integração metropolitana, com pistas ou faixas exclusivas para o sistema de média e alta capacidade;

**Eixos de ligação:** Eixos de transporte coletivo urbano de média e alta capacidade com pistas ou faixas exclusivas, complementam os eixos estruturantes;























**Eixos troncais:** Principais eixos de transporte coletivo de integração urbana e/ou metropolitana, preferencialmente com faixas exclusivas, que iniciam ou passam por um terminal em direção ao centro da cidade;

**Eixos interbairros:** Eixos de transporte coletivo, circulares ou pendulares interligam diversos bairros e integram eixos estruturantes e troncais;

**Eixos complementares:** Eixos constituídos por vias selecionadas em função da infraestrutura implantada que viabilizam a ligação entre os bairros e o centro da cidade.

As linhas que circulam na cidade respeitam uma padronização de cores conforme sua categoria conforme apresentado a seguir (FIGURA 12).

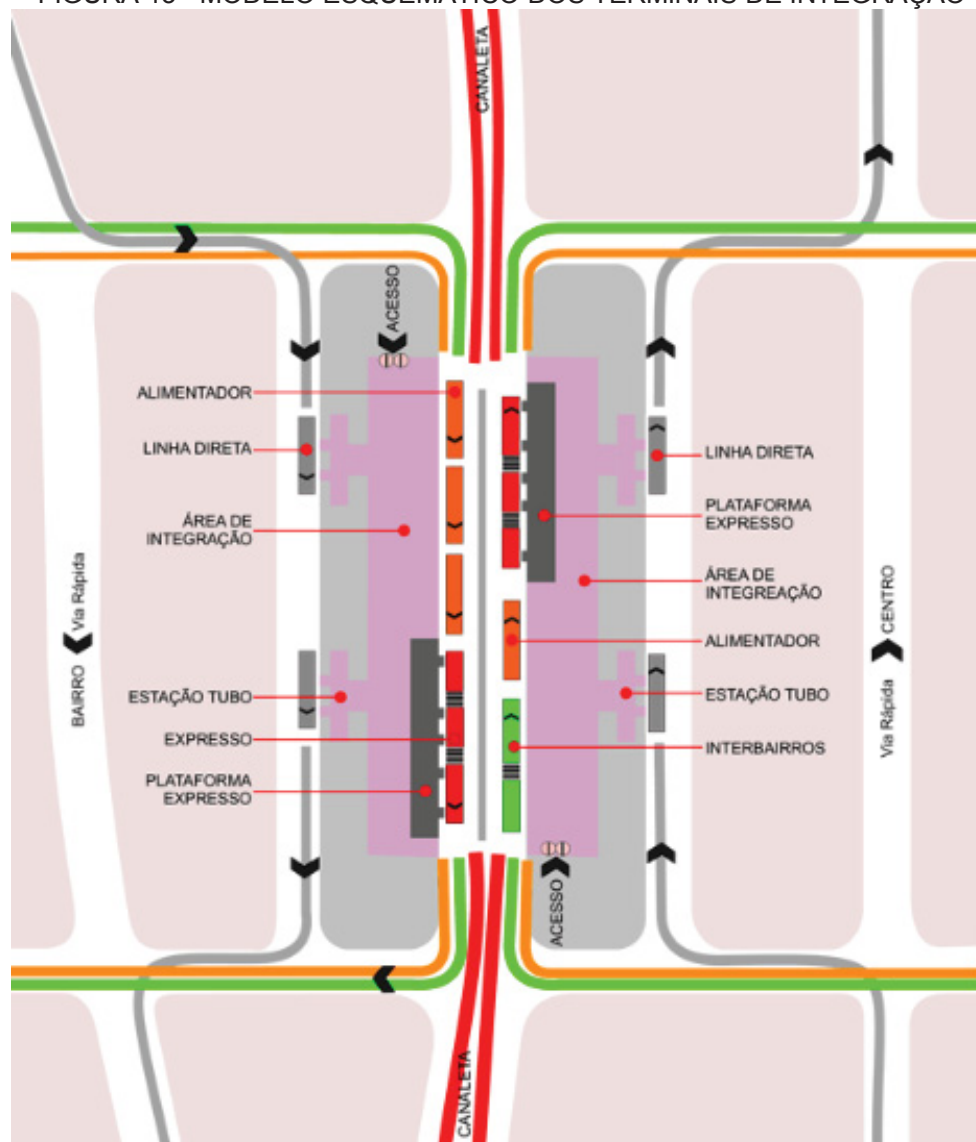
FIGURA 12 - CATEGORIAS DE LINHAS DE ÔNIBUS DE CURITIBA

COMPOSIÇÃO DA FROTA 2018						
RIT - REDE INTEGRADA DE TRANSPORTE						
Categoria de Linhas	Tipos de Veículo		Capacidade dos Veículos	Frota Operante Subtotal	Total	Quantidade de Linhas
EXPRESSO LIGEIRÃO	BIARTICULADO		250	44	44	03
						
EXPRESSO	BIARTICULADO		230/250	97	127	05
	ARTICULADO		170	30		
LINHA DIRETA	ARTICULADO		150	39	223	15
	PADRON		110	184		
INTERBAIRROS	ARTICULADO		140	92	103	08
	PADRON		100	1		
	HÍBRIDO		79	10		
ALIMENTADOR	ARTICULADO		140	71	424	129
	COMUM		85	324		
	MICRO ESPECIAL		70	29		
TRONCAL	ARTICULADO		140	5	80	15
	COMUM		85	62		
	HÍBRIDO		79	10		
	MICRO ESPECIAL		70	3		
CONVENCIONAL	COMUM		85	99	214	74
	HÍBRIDO		79	10		
	MICRO ESPECIAL		70	102		
	MICRO		40	3		
CIRCULAR	MICRO		40	5	5	01
TURISMO	DOUBLE-DECK		65	6	6	01
TOTAL				1.226		251

FONTE: (URBS, 2019).

A cidade também conta com terminais de integração, equipamentos urbanos que permitem a integração na modalidade intramodal, ônibus/ônibus, entre as diversas linhas que formam a rede integrada de transporte (FIGURA 13).

FIGURA 13 - MODELO ESQUEMÁTICO DOS TERMINAIS DE INTEGRAÇÃO



FONTE: (URBS, 2019).

A seguir será apresentado um retrato dos obstáculos para a mobilidade sustentável, que existem na cidade através da avaliação realizada com o indicador IMUS - Índice de Mobilidade Sustentável - desenvolvido por Costa (2008) e aplicado em diversas cidades por pesquisadores. O IMUS compartilha dos princípios da mobilidade sustentável, que orientam essa pesquisa.

#### **2.2.4 IMUS- Um retrato dos problemas na mobilidade sustentável**

Um mecanismo utilizado para avaliação de mobilidade sustentável nas cidades são os indicadores. Nesse sentido, Costa (2008) elaborou o IMUS, ferramenta que considera uma hierarquia de critérios com nove domínios:

- a) Acessibilidade;
- b) Aspectos ambientais;
- c) Aspectos sociais;
- d) Aspectos políticos;
- e) Infraestrutura de transportes;
- f) Modos não motorizados;
- g) Planejamento integrado;
- h) Tráfego e circulação urbana;
- i) Sistemas de transporte urbano.

Além disso, o IMUS conta com trinta e sete temas divididos em oitenta e sete indicadores, com o objetivo de diagnosticar e monitorar a mobilidade urbana. Tem alcance de diversos temas importantes em contextos geográficos diversos, fato que possibilita sua ampla adoção em cidades distintas.

Desde a criação dessa ferramenta, dezesseis cidades brasileiras já foram avaliadas, são elas: Belém, Fortaleza, Natal, Juazeiro do Norte, Cuiabá, Brasília, Goiânia, Anápolis, Uberlândia, Pirassununga, São Carlos, Itajubá, Maringá, São Paulo, Curitiba e Florianópolis. Entretanto, não foram obtidos os valores para a cidade de Maringá-PR e Florianópolis-SC (AZEVEDO FILHO, 2012) e (RIBEIRO, 2017).

Se observado somente o valor do IMUS Curitiba, apresentaria a melhor avaliação para mobilidade sustentável diante das cidades brasileira (TABELA 3). Entretanto, Ribeiro (2017) ressalva que não há subsídios suficientes para comparar as cidades sem prejuízo, dado que os autores calcularam números diferentes de indicadores.

TABELA 3- IMUS DAS CIDADES BRASILEIRAS AVALIADAS

<b>CIDADE</b>	<b>IMUS</b>
<b>São Carlos, SP</b>	0, 578
<b>Brasília, DF</b>	0, 486
<b>Curitiba, PR</b>	0, 754
<b>Itajubá, MG</b>	0, 453
<b>Juazeiro do Norte, CE</b>	0, 367
<b>Uberlândia, MG</b>	0, 717
<b>Anápolis, GO</b>	0, 419
<b>Belém, PA</b>	0, 380
<b>Pirassununga, SP</b>	0, 509
<b>Goiânia, GO</b>	0, 658
<b>Fortaleza, CE</b>	0, 463
<b>São Paulo, SP</b>	0, 550
<b>Natal, RN</b>	0, 510
<b>Cuiabá, MT</b>	0, 446

FONTE: Ribeiro (2017).

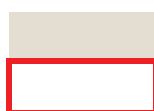
O parecer geral de Miranda (2010) sobre a mobilidade de Curitiba foi positivo. Apesar disso, destacou o fato de que existem limitações na conectividade das ciclovias, poucas vias para pedestres e inexistência de multimodalidade.

“... o indicador em questão corresponde à porcentagem dos terminais de transporte urbano/metropolitano de passageiros que permitem a integração física de dois ou mais modos de transporte público. No entanto Curitiba apresenta um único modo de transporte público: o ônibus.” (MIRANDA, 2010).

Com base em diferentes pesquisas que aplicaram o IMUS, Costa (2013) procurou identificar ameaças e oportunidades para a mobilidade urbana de algumas metrópoles brasileiras, dentre elas Curitiba. Dessa avaliação, a presente pesquisa selecionou somente aqueles elementos em que houve baixo desempenho em Curitiba, a fim de identificar os pontos que podem ser melhorados (QUADRO 6).

QUADRO 6- IMUS CURITIBA

	INDICADOR	NOTA
<b>Acessibilidade</b>	Travessia adaptada a pessoas com necessidades especiais	< 0,70
	Fragmentação Urbana	< 0,10
<b>Aspectos ambientais</b>	Uso de energias limpas e combustíveis alternativos	< 0,40
<b>Aspectos sociais</b>	Participação na tomada de decisões	< 0,40
<b>Aspectos políticos</b>	Captação de recursos	< 0,33
	Distribuição de recursos (público x privado)	< 0,30
	Distribuição de recursos (motorizado x não motorizados)	< 0,30
<b>Modos não motorizados</b>	Extensão de ciclovias	< 0,30
	Estacionamento para bicicletas	< 0,10
	Vias para pedestres	< 0,30
	Ações para reduzir tráfego motorizado	< 0,20
<b>Planejamento Integrado</b>	Densidade populacional urbana	< 0,10
	Parques e áreas verdes	< 0,20
	Equipamentos urbanos (escolas)	< 0,20
	Equipamentos urbanos (postos de saúde)	< 0,10
<b>Tráfego e circulação urbana</b>	Velocidade média de tráfego	< 0,40
	Índice de motorização	< 0,10
	Taxa de ocupação dos veículos	< 0,20
<b>Sistema de transporte urbano</b>	Velocidade média do transporte público	< 0,50
	Passageiros transportados anualmente	< 0,10
	Satisfação do usuário com o sistema de transporte público	< 0,60
	Diversidade dos modos de transporte	< 0,50
	Terminais intermodais	< 0,33
	Tarifas de transporte	< 0,70



Itens com nota inferior a 0,33

Elementos mais críticos segundo Costa (2013)

FONTE: Adaptado de Costa (2013).

Aparecem em destaque os indicadores com notas inferiores a 0,33, considerados como críticos. Costa (2013) listou ainda os elementos que considerou mais críticos, são eles: fragmentação, distribuição de recursos, extensão e

conectividade de redes cicloviárias, adensamento urbano e taxa de ocupação de veículos.

A seguir, a última parte do referencial teórico dessa pesquisa indica como o sistema de informações geográficas pode contribuir na tarefa de criar uma proposta multimodal para o transporte de Curitiba.

### 2.3 USO DE SIG EM PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

O uso de Sistemas de Informações Geográficas em Transportes (SIG-T) é um instrumento importante que surgiu ainda na década de 50, seu conhecimento já vem sendo consolidado há décadas havendo inúmeras pesquisas acerca do tema, (KAGAN, 1992), (SHAW, 1993), são exemplos de pesquisas realizadas nos anos 90, quando o instrumento se difundiu mais amplamente, enquanto (PIANUCCI, 2011; NERIS et al, 2014) são exemplos de aplicação condizente com as preocupações mais atuais de planejamento de transportes.

Kagan (1992) destacou que o uso do SIG em transportes oferece uma facilidade que anteriormente não havia sido experimentada, quanto a manusear, acrescentar ou alterar dados em função do problema em questão. E a maior vantagem apresentada aos métodos até então existentes era a rapidez e flexibilidade para manipulação de dados e representação gráfica de redes de transporte.

Shaw (1993) examinou os requisitos práticos da integração de aplicativos de modelagem de áreas específicas como transportes, por exemplo, com o SIG. Tratou requisitos para os modelos de demanda de viagens urbanas e estratégias alternativas para integração dos requisitos necessários.

Pianucci (2011) usou SIG-T para avaliar a acessibilidade do transporte público por ônibus nas cidades, partindo de um estudo de caso na cidade de São Carlos-SP.

Neris et al (2014) aplicou no SIG-T, na investigação do nível de acessibilidade dentro de um campus da Universidade Federal do Paraná, em que ocorreu grande crescimento de meios não motorizados.



Dentre as aptidões apresentadas por essas pesquisas, o SIG-T pode ser usado para manipular e visualizar Banco de Dados e posteriormente para realizar operações analíticas.

Análise Espacial é um conjunto de técnicas que requer o acesso, tanto aos atributos que são propriedades e valores medidos como a sua posição geográfica através de relações topológicas, relações de transformação de configurações geométricas em funções matemáticas para interpretação do computador, que estabelecem a relação espacial existente entre cada feição geográfica, pontos, linhas e polígonos, (CHOI, 1993), (MAGUIRE, 1991).

O emprego de um SIG depende fundamentalmente de três elementos, banco de dados, equipamento (computador) e software (programa). Havendo a disponibilidade de recurso financeiro, a aquisição do equipamento e software é relativamente simples. Para Silva (1998), os bancos de dados são elementos que exigem grande atenção na aquisição e inserção, pois conferem ao produto final qualidade, precisão e confiabilidade.

Das funcionalidades comuns a todo SIG e usadas frequentemente em aplicações (Steinmann et al., 2004):

- a) Sobreposições de camadas: diferentes camadas de informação podem ser combinadas em um mapa customizado;
- b) Recuperação de informação: dados gráficos são relacionados a atributos descrevendo suas características, que podem ser descrições qualitativas ou um número descrevendo características de um objeto;
- c) Consulta: o usuário pode recuperar o dado de acordo com determinados termos, frases ou características escolhidas;
- d) Seleção de dados: o usuário seleciona objetos espaciais em uma camada de dados temática específica;
- e) Zoom e Pan: essas ferramentas permitem ao usuário mudar a visão e o nível de detalhe clicando numa localização ou definindo uma área em tela;
- f) Medição de distância: permite ao usuário medir distância entre duas localizações ou a distância total de dada rota contendo múltiplas paradas.



### 2.3.1 Transcad

O Transcad, que é um dos SIG-T disponíveis no mercado, pode ser utilizado para elaboração e customização de mapas, inserção de conjuntos de dados geográficos que propiciem análises espaciais. Ele oferece todas as funções de um SIG (SIG ou GIS *Geographic Information System*) tradicional, tais quais, compatibilidade com uma série de extensões de arquivos de dados geográficos, sobreposição de informações, entre outras funcionalidades (GEOLOGISTICA, 2018). Entretanto, suas funcionalidades se estendem para além do que realiza um SIG, o que o torna mais compatível com as propostas do presente trabalho. As suas funcionalidades adicionais listam-se a seguir:

- i. Redes de transporte;
- ii. Matrizes;
- iii. Rotas;
- iv. Dados linearmente referenciados.

Destaca-se sobre as funcionalidades (i) e (iv) as seguintes possibilidades: (i) facilita a análise de redes de transporte através de particionamento e criação de distritos baseados em acessibilidade, realizam análise de tempos ou avaliam possíveis localizações de instalações; (iv) permite localização de elementos de transporte como a distância de um ponto fixo ao longo da rede. Pode apresentar e analisar estes conjuntos de dados sem conversão e inclui funções de segmentação dinâmica para juntar e analisar múltiplos conjuntos de dados linearmente referenciados (GEOLOGISTICA, 2018).

Essas potencialidades com destaque para a criação de seleções de áreas, baseadas em medidas de acessibilidades e capacidade de trabalhar simultaneamente uma série de informações, identificam locais que respondem simultaneamente a configurações geométricas, tais como, interseções entre áreas de interesse, sendo importante para o desenvolvimento deste trabalho.

Além disso, a capacidade e velocidade no processamento dos dados é outro aspecto relevante. Em suma, o Transcad 4.5 se apresenta como um facilitador para desenvolver a metodologia detalhada e foi a ferramenta escolhida para gerar os mapas desta dissertação, que serão detalhados no próximo capítulo.

### 3 METODOLOGIA

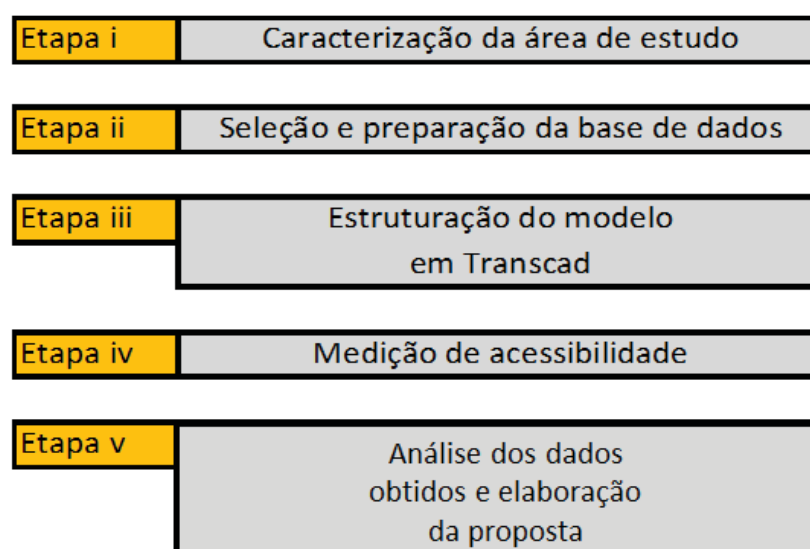
Nesse capítulo serão descritos os procedimentos utilizados para a elaboração de uma proposta de transporte multimodal na cidade de Curitiba, que possa contribuir com a qualidade de mobilidade urbana sustentável. Estes procedimentos incluem a estruturação do sistema de transportes da cidade em SIG-T, análise dos dados, aplicação de medida de acessibilidade baseada na distância e consequente facilidade para alcançar o transporte público proposto por Ferraz e Torres (2004), geração e análise de mapas temáticos e elaboração da proposta.

O método utilizado nesse trabalho foi idealizado a partir da adaptação da metodologia aplicada por Kumar (2011). A pesquisa mencionada foi baseada em medidas de acessibilidades desenvolvidas em SIG.

A estrutura metodológica se desenvolve a partir de 5 etapas: i) caracterização da área de estudo; ii) seleção e preparação da base de dados; iii) estruturação do modelo em Transcad; iv) medição de acessibilidade; e v) Análise dos dados obtidos e elaboração de propostas. A organização dessas etapas é mostrada na figura a seguir (FIGURA 14).

Nos próximos itens desse capítulo, serão detalhadas todas as etapas que compõe o método.

FIGURA 14- MÉTODO ADOTADO



FONTE: A autora (2019).

### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Curitiba capital do estado do Paraná está localizada na região sul do Brasil, nas seguintes coordenadas geográficas  $-25^{\circ}25'40''$  de latitude e  $49^{\circ}16'23''$  de longitude. A cidade está em média a 925 metros acima do nível do mar e tem clima subtropical úmido. Curitiba possui uma área territorial de 435.036 Km<sup>2</sup>, 75 bairros e uma população, com base no último censo de 2010, estimada para o ano de 2018 de 1.917.185 habitantes (IBGE, 2019). Na hierarquia urbana, Curitiba é classificada como uma metrópole, devida extensa área de influência direta. A seguir a localização da cidade de Curitiba no estado do Paraná e no Brasil (FIGURA 15) e os bairros de que compõe a cidade (FIGURA 16)

FIGURA 15- CARACTERIZAÇÃO CURITIBA



FONTE: A autora (2019).

FIGURA 16 - BAIRROS DE CURITIBA

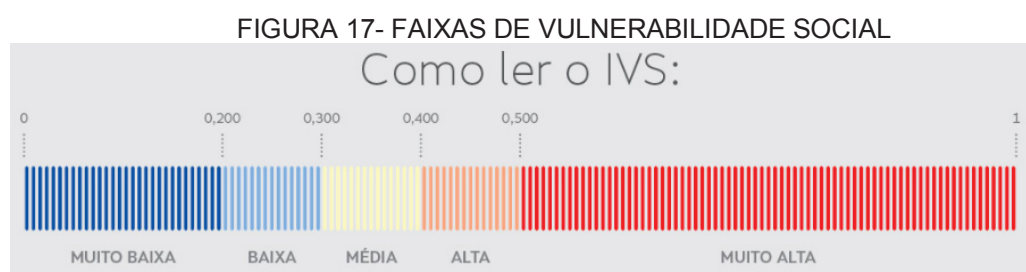


1	Centro	20	Capão da Imbuia	39	Fanny	58	Capão Raso
2	São Francisco	21	Tarumã	40	Lindóia	59	Orleans
3	São Lourenço	22	Jardim das Américas	41	Novo Mundo	60	São Braz
4	Centro Cívico	23	Guabirota	42	Fazendinha	61	Botiatuvinha
5	Alto da Glória	24	Prado Velho	43	Santa Quitéria	62	Lamenha Pequena
6	Alto da XV	25	Parolin	44	Campo Comprido	63	Santa Felicidade
7	Cristo Rei	26	Guaíra	45	Mossunguê	64	Alto Boqueirão
8	Rebouças	27	Portão	46	Santo Inácio	65	Sítio Cercado
9	Água Verde	28	Vila Izabel	47	Cascatinha	66	Pinheirinho
10	Batel	29	Seminário	48	São João	67	São Miguel
11	Bigorrião	30	Campina do Siqueira	49	Taboão	68	Augusta
12	Mêrces	31	Vista Alegre	50	Abranches	69	Riviera
13	Bom Retiro	32	Pilarzinho	51	Cachoeira	70	Caximba
14	Ahú	33	São Lourenço	52	Barreirinha	71	Campo de Santana
15	Juvê	34	Boa Vista	53	Santa Cândida	72	Ganchinho
16	Cabral	35	Bacacheri	54	Tingui	73	Umbará
17	Hugo Lange	36	Bairro Alto	55	Atuba	74	Tatuquara
18	Jardim Social	37	Uberaba	56	Boqueirão	75	Cidade Industrial de Curitiba
19	Tarumã	38	Hauer	57	Xaxim		

FONTE: A autora (2019).

Com relação a indicadores sociais, tem-se conforme os dados disponibilizados do IPEA o IVS - Índice de Vulnerabilidade Social. O IVS é resultado da média aritmética dos subíndices: IVS Infraestrutura Urbana, IVS Capital Humano e IVS Renda e Trabalho, cada um deles entra no cálculo do IVS final com o mesmo peso (IPEA, 2019).

Nessa pesquisa o IVS é utilizado para colocar luz na relação entre a questão social e a dinâmica de uso dos meios de transporte na cidade de Curitiba. O índice IVS deve ser lido conforme faixas de vulnerabilidade com amplitude de 0 a 1, onde 0 significa muito baixa vulnerabilidade, resultado bom, enquanto 1 significa muito alta vulnerabilidade, resultado ruim (FIGURA 17).



FONTE: IPEA (2019).

Curitiba apresenta valores que variam de 0,05 até 0,38. Trata-se de um resultado regular para cidade, que no pior caso teve regiões avaliadas com vulnerabilidade 0,38, classificada como média.

Com relação à infraestrutura de transporte, a começar pela operação de ônibus na cidade gerenciada pela URBS – Urbanização de Curitiba S/A, empresa de economia mista, a frota operante compõe-se de 1226 veículos, distribuídos em 251 linhas, que transportaram em dias úteis cerca de 1.394.558 passageiros (URBS, 2018). O sistema de rede de ônibus conta com 22 terminais de ônibus regulares, somados ao terminal SITES, exclusivo do transporte integrado para o ensino especial, e o terminal Rodoferroviário (IPPUC, 2018).

Atualmente encontram-se regularizados em Curitiba os veículos de aluguel por aplicativo, tais como, UBER, Cabify, 99POP e Une. Junto com a chegada dos aplicativos também foi introduzido na cidade o conceito de *car sharing*, em que é possível compartilhar a viagem entre vários passageiros, diminuindo o custo e aumentando a eficiência da viagem. Entretanto, a recente inserção desses aplicativos e a escassez na informação disponível sobre as viagens realizadas pelos

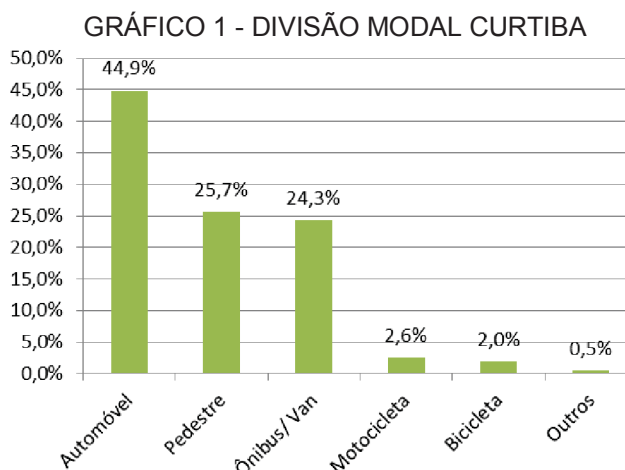
mesmos em Curitiba, impedem a sua inclusão nessa pesquisa. A fim de representar essa categoria de deslocamentos, o táxi, formato similar, mais antigo e regulamentado, que dispõe de dados formalizados na URBS, foi adotado como representante genérico do comportamento de todos, indicando onde acontece maior demanda e a distribuição desse serviço.

A frota de táxi total operante no ano de 2017 totalizou 2.955 veículos distribuídos nas 327 paradas de táxi.

Em números absolutos segundo dados do DETRAN (2019), Curitiba possui hoje um total de 1.416.434 veículos cadastrados no município, dos quais 963.155 automóveis e 130.678 motos, enquanto ônibus, caminhões e outros somam 322.601 veículos. Considerando os dados do IBGE (2019) sobre estimativa da população, 1.917.185 pessoas, chega-se a impressionante proporção de 0,74 veículos por pessoa no município, o que justifica o trânsito denso e congestionado em horários de maior nas áreas de grande circulação.

Com relação à divisão dos modais de transporte particulares, automóvel, carro e bicicleta, a recente pesquisa origem-destino realizada para o Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC, 2019), revelou que 71% dos domicílios na cidade possuem ao menos um automóvel, 41% possuem ao menos uma bicicleta e 15% ao menos uma motocicleta.

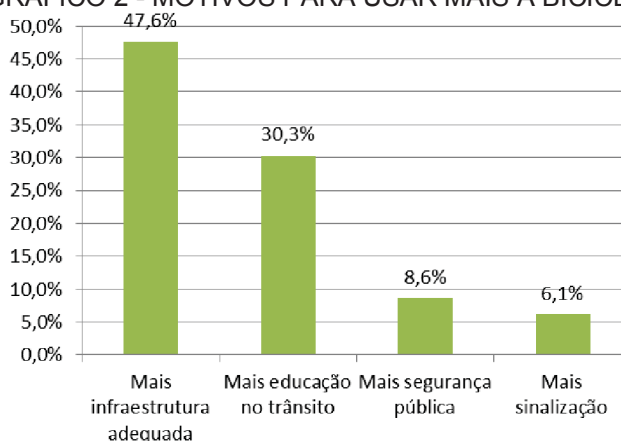
Ainda segundo dados da mesma pesquisa, a divisão modal geral de Curitiba, 44,9% dos usuários de transporte realizam seus deslocamentos diários com automóveis, 25,7% são pedestres, 24,3% de ônibus ou van, 2,6% de motocicletas, 2,0% de bicicletas e 0,5% de outros modos (GRÁFICO 1).



FONTE: Adaptado de (IPPUC, 2019).

Para a escolha da bicicleta como modal de transporte, dados da pesquisa nacional do perfil do ciclista (ASSOCIAÇÃO TRANSPORTE ATIVO, 2019), demonstram que a infraestrutura é fator de grande relevância. Quando arguidos os ciclistas sobre qual o motivo lhes levaria a usar mais a bicicleta, em Curitiba, 55,4% dos entrevistados apontaram infraestrutura adequada (GRÁFICO 2).

GRÁFICO 2 - MOTIVOS PARA USAR MAIS A BICICLETA



FONTE: Adaptado de (ASSOCIAÇÃO TRANSPORTE ATIVO, 2019).

Conforme IPPUC (2018), com relação à infraestrutura para bicicletas, as ciclovias oficiais totalizaram 172,9 Km de extensão na cidade de Curitiba, enquanto ciclofaixas (via calma) 19,6 Km e ciclorrotas 11,7 Km. Os paraciclos instalados pela cidade totalizam 127 unidades distribuídas entre parques, terminais, ciclovias e ciclorrotas.

A partir do início de 2019, foi introduzido na cidade o sistema de compartilhamento de bicicletas e patinetes elétricos Yellow. O sistema, que tem funcionamento restrito a área central da cidade, funciona via aplicativo de celular, permitindo que o usuário localize o equipamento mais próximo disponível e deixe-o em qualquer ponto da área de funcionamento sem dispor de parada específica. A área de funcionamento se limita aos bairros Centro, Centro Cívico, Ahú, Cabral, Juvevê, Alto da Glória, Hugo Lange, Alto da Rua XV, Batel, Seminário, Rebouças e Campina do Siqueira (YELLOW, 2019). Introduzido quase que simultaneamente ao sistema Yellow, uma concorrente passou a oferecer patinetes na cidade, trata-se da Grin, com área de atuação restrita também a região central que abrange o Centro, Centro Cívico, Batel e Bigorrrilho, seu funcionamento é por aplicativo e similar ao



primeiro modelo (MOBILETIME, 2019). Apesar disso, o pouco tempo de funcionamento das empresas de compartilhamento de bicicleta e patinetes na cidade de Curitiba impede a inclusão pela ausência de dados no sistema de transporte elaborado em Transcad 4.5, mas ressalta-se a importância das iniciativas que atuam no mesmo sentido pretendido nas soluções apresentadas nessa pesquisa.

Curitiba possui atualmente, conforme dados do IPPUC, 1398 alvarás de estacionamentos em funcionamento, dos quais uma parcela significativa encontra-se localizado na região central e bairros adjacentes.

Pontualmente foi observada na cidade de Curitiba, uma situação decorrente da iniciativa privada no bairro Novo Mundo, localizado na região sul da cidade. Um estacionamento privado, onde há bicicletário e não é realizada cobrança pela permanência de bicicletas no local, somente é cobrada a permanência de carros e motos. O estacionamento localiza-se na Avenida República Argentina via exclusiva de BRT, e em frente a um terminal de ônibus, terminal Capão Raso. Apesar de isolada a iniciativa é notável por facilitar a troca de modal, carro/ônibus, moto/ônibus e bicicleta/ônibus, facilitando o que podemos atingir em toda Curitiba, a multimodalidade (FIGURA 18).

FIGURA 18- ESTACIONAMENTO PAGO COM BICICLETÁRIO GRATUITO



FONTE: A autora (2019).



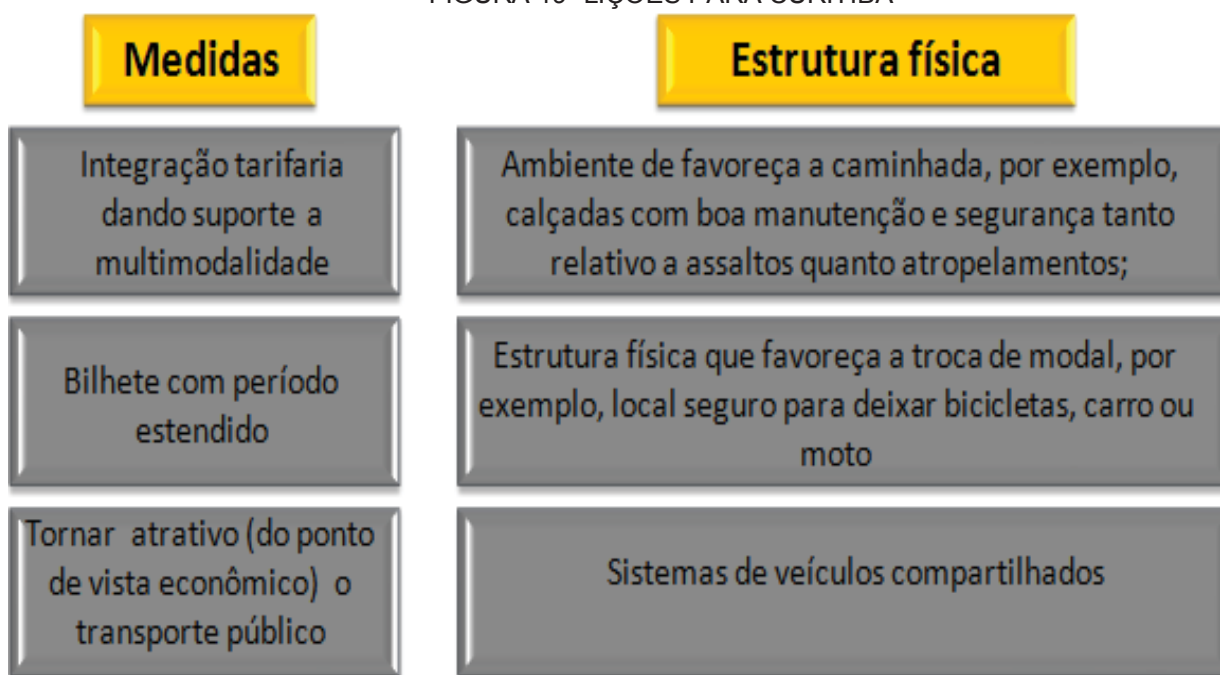
### 3.1.1 Lições para Curitiba

As experiências de outras metrópoles e os elementos críticos indicados pelo IMUS, durante o referencial teórico, apontam o caminho que a cidade de Curitiba pode seguir como alternativa a alcançar melhorias na mobilidade. Entre as informações que se destacam para atingir um nível de maturidade, as cidades necessitam apresentar alta parcela de transporte sustentável, integração total da viagem e uma cadeia de valor para promover a mobilidade contínua e multimodal, a fim de aumentar o interesse dos passageiros por transporte público, a exemplo do que acontece em Hong Kong.

Investimentos em modais não motorizados como a bicicleta apareceram com frequência em todas as metrópoles analisadas e a promoção da facilidade de câmbio do modal bicicleta com outros públicos motorizados, a exemplo do que foi feito em Bogotá. O uso de cartão inteligente por um período estendido, conforme o exemplo de São Paulo, também parece bastante favorável à promoção de multimodalidade.

Por fim, é necessário destacar que algumas opções observadas nessas cidades, tais como, metrô, tram e trens, no caso de Curitiba, exigiriam um movimento político e investimento que tornariam a proposta desse trabalho inexecutável. Por esse motivo, receberam destaque aquelas opções que teriam uma inserção mais fácil na cidade e não exigiriam para isso um investimento financeiro dispendioso, trazendo uma proposta realista. As lições obtidas em duas frentes, aquelas relacionadas a medidas e aquelas relacionadas a estruturas físicas, são apresentadas (FIGURA 19).

FIGURA 19- LIÇÕES PARA CURITIBA



FONTE: A autora (2019).

### 3.2 SELEÇÃO E PREPARAÇÃO DA BASE DE DADOS

Os dados utilizados na pesquisa foram obtidos junto a órgãos públicos e a empresa responsável pela administração do transporte público em Curitiba. A cidade possui um grande número de informações disponíveis ao público por meio do IPPUC. Além disso, dados não disponíveis no site, foram disponibilizados prontamente após solicitação ao IPPUC.

Outros dados foram obtidos com a URBS, empresa de economia mista, responsável pela administração do transporte público em Curitiba e SETRAN (Superintendência Municipal de Trânsito de Curitiba), mediante solicitação. O IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada) também foram fontes de informações, respectivamente a dados populacionais e IVS - Índice de Vulnerabilidade Social.

QUADRO 7- CONJUNTO DE DADOS E TRATAMENTO

(continua)

	Fonte	Dado	Ano de publicação dos dados	Arquivo tipo	Adequação necessária	Conteúdo obtido
<b>i</b>	IPPUC	Mapa de divisa de bairro	2017	<i>shape</i>	Adequação do sistema de coordenadas usando Qgis como ponte	Limites de bairros
<b>ii</b>	IPPUC	Mapa de arruamento	2017	<i>shape</i>	Adequação do sistema de coordenadas usando Qgis como ponte	Todas as ruas da cidade
<b>iii</b>	IPPUC	Mapa terminais de transporte	2017	<i>shape</i>	Adequação do sistema de coordenadas usando Qgis como ponte	Localização de dos terminais de ônibus
<b>iv</b>	IPPUC	Mapa de ciclovias	2016	<i>shape</i>	Adequação do sistema de coordenadas usando Qgis como ponte	Percurso das ciclovias em Curitiba
<b>v</b>	IPPUC	Mapa de ciclorrotas	2016	<i>shape</i>	Adequação do sistema de coordenadas usando Qgis como ponte	Percurso das ciclorrotas de Curitiba
<b>vi</b>	IPPUC	Mapa de paraciclos	2016	<i>shape</i>	Adequação do sistema de coordenadas usando Qgis como ponte	Localização de todos os estacionamentos de bicicleta
<b>vii</b>	IPPUC	Estacionamentos de Curitiba	2018	<i>shape</i>	Adequação do sistema de coordenadas usando Qgis como ponte	Distribuição dos alvarás de funcionamento de estacionamento
<b>viii</b>	URBS	Pontos de táxi	2018	lista PDF	Elaboração de planilha Excel com base nos dados e posterior conversão do arquivo .xlsx para arquivo .csv	Pontos de táxi distribuídos na cidade
<b>ix</b>	URBS/ SETRAN	Cruzamentos de maior fluxo	2007- 2016	Pesquisas de Contagens volumétricas	Elaboração de planilha Excel com base nos dados das contagens volumétricas e posterior conversão do arquivo .xlsx para arquivo .csv	Interseções de maior volume de veículos na cidade
<b>x</b>	IPPUC	Estimativa de propriedade de carro, moto e bicicleta	2018	Dados divulgados em PDF pesquisa origem destino	Elaboração de planilha Excel com base nos dados das contagens volumétricas e posterior conversão do arquivo .xlsx para arquivo .csv	Propriedade de veículo privado (carro, moto, bicicleta) por bairro

(conclusão)

	Fonte	Dado	Ano de publicação dos dados	Arquivo tipo	Adequação necessária	Conteúdo obtido
<b>xi</b>	IBGE	População por bairro e densidade hab/há (habitantes por hectare) por bairro	2010	Planilha Excel	Conversão do arquivo .xlsx para arquivo .csv	Concentração de habitantes e nível de adensamento populacional em cada bairro
<b>xii</b>	IBGE	Renda domiciliar por bairro	2010	Planilha Excel	Conversão do arquivo .xlsx para arquivo .csv	Renda domiciliar média por bairro
<b>xiii</b>	IPEA	IVS	2018	Planilha Excel	Conversão do arquivo .xlsx para arquivo .csv	Índice de vulnerabilidade social por áreas homogêneas
<b>xiv</b>	URBS	Linhas de ônibus	2018	dwg	Conversão de arquivo .dwg para extensão .dxf	Trajetos de todas as linhas de transporte público

FONTE: A autora (2019).

O quadro 7 apresenta o conjunto de dados utilizados para a pesquisa, separado em fonte, tipo de dado, ano de publicação, tipo do arquivo, adequação necessária e conteúdo obtido.

A escolha do Transcad 4.5, é devida as ferramentas disponibilizadas pelo mesmo, dentre as quais o cálculo de distâncias, determinação de interseção entre áreas de influência de dois ou mais elementos, amplo banco de dados e geração de mapas temáticos. Além disso, o uso de dados de diversas fontes de forma desagregadas é facilitado pelo uso de SIG, sem o qual, as análises seriam muito dispendiosas.

Para inserir os dados obtidos no Transcad, oriundos de fontes e formatos diversos, foram necessárias adequações das informações aos formatos aceitos pelo SIG Transcad, conforme será detalhado a seguir.

Desde 2015, todos que fazem ou produzem informações geográficas no Brasil, devem adotar o SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas). Antes de 2015, eram aceitos além de SIRGAS-2000 e o SAD-69 (South American Datum 1969), sistemas de concepção diferentes, pois enquanto a orientação do SAD-69 é topocêntrica, o ponto de origem e orientação está na superfície terrestre, a definição/orientação das SIRGAS-2000 é geocêntrica, origem no centro da terra (IBGE, 2018a).

No caso do Transcad que trabalha com o sistema de georreferenciamento WGS-84, não são necessários parâmetros de transformação entre SIRGAS 2000 e

WGS-84, já que eles são praticamente iguais (IBGE, 2018a). No entanto, dados referenciados no SAD 69 precisam ser convertidos para SIRGAS 2000 ou WGS-84. É justamente o que ocorre com os dados identificados de (i) a (vi) na tabela 9, obtidos no site do IPPUC.

**Dados de (i) a (vii):** (i) mapa de divisa de bairros, (ii) mapa de arruamento, (iii) mapa de terminais de transporte, (iv) mapa de ciclovias, (v) mapa de ciclorrotas, (vi) mapa de paraciclos e (vii) mapa de estacionamentos disponibilizados por solicitação ao IPPUC, em arquivo formato shp. (*shape file*), foram fornecidos no formato SAD-69. Para converter para SIRGAS-2000, que equivale ao WGS-84, devem ser utilizados os locais de transformação de coordenadas descritos na tabela 4.

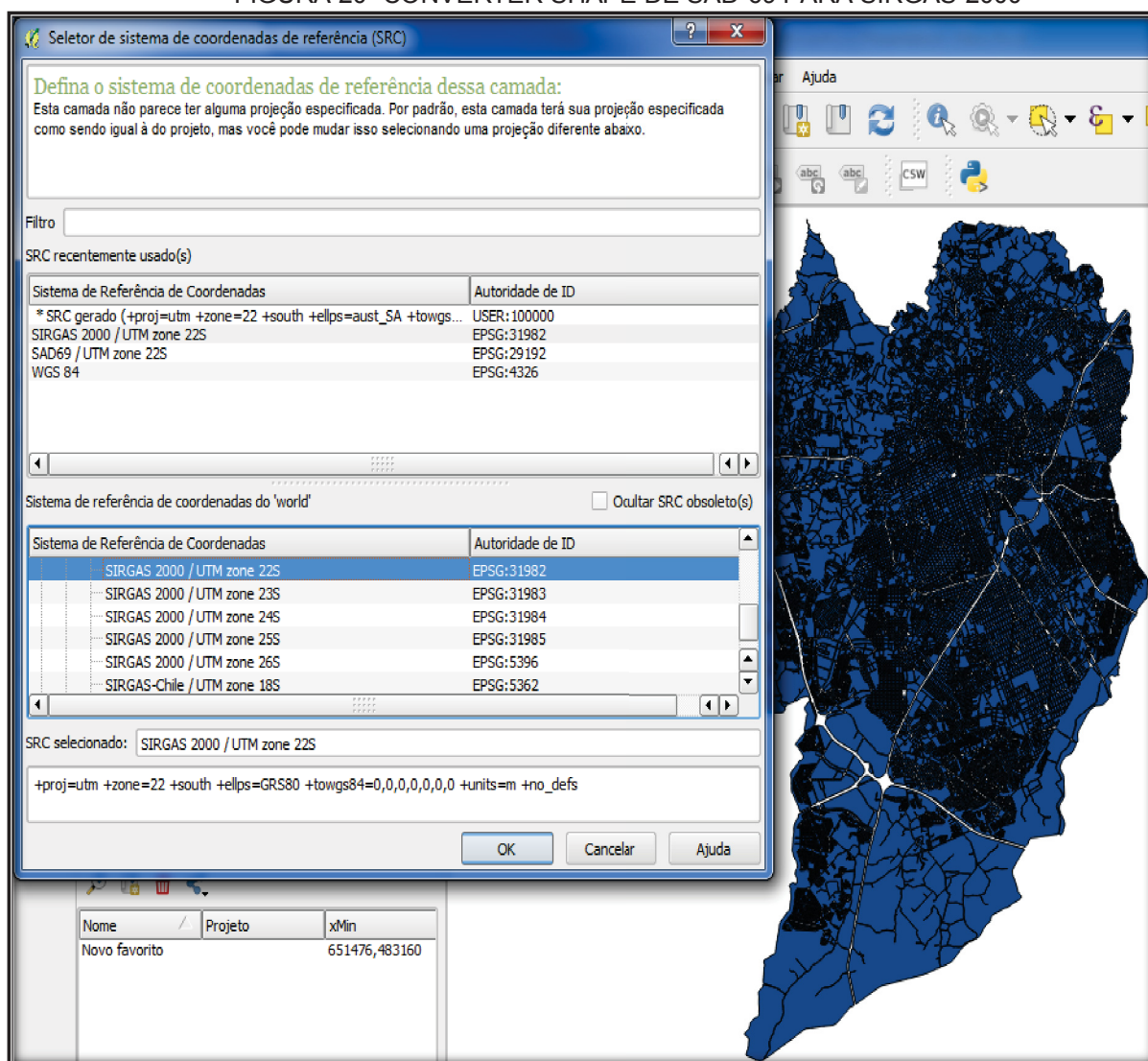
TABELA 4- PARÂMETRO DE CONVERSÃO SAD-69 PARA SIRGAS-2000

SAD-69/original (Curitiba) para SIRGAS-2000
DX = -66, 163 m
DY = 2, 028 m
DZ=-33, 718 m

FONTE: Adaptado de IPPUC (2018).

A modificação entre os sistemas de referências SAD-69 e SIRGAS-2000≡WGS-84 pode ser realizada por meio de outro SIG que leia os dois formatos como, por exemplo, o Qgis. Esse foi o procedimento repetido nessa pesquisa, o Qgis versão 2.18 foi usado como ponte nos dados de (i) a (vii), para arranjar as informações no formato lido pelo Transcad. As camadas de todos os arquivos foram abertas no Qgis usando o sistema de SAD-69 e em seguida foram transformadas e exportadas para o sistema WGS-84, equivalente às SIRGAS-2000 (FIGURA 20).

FIGURA 20- CONVERTER SHAPE DE SAD-69 PARA SIRGAS-2000

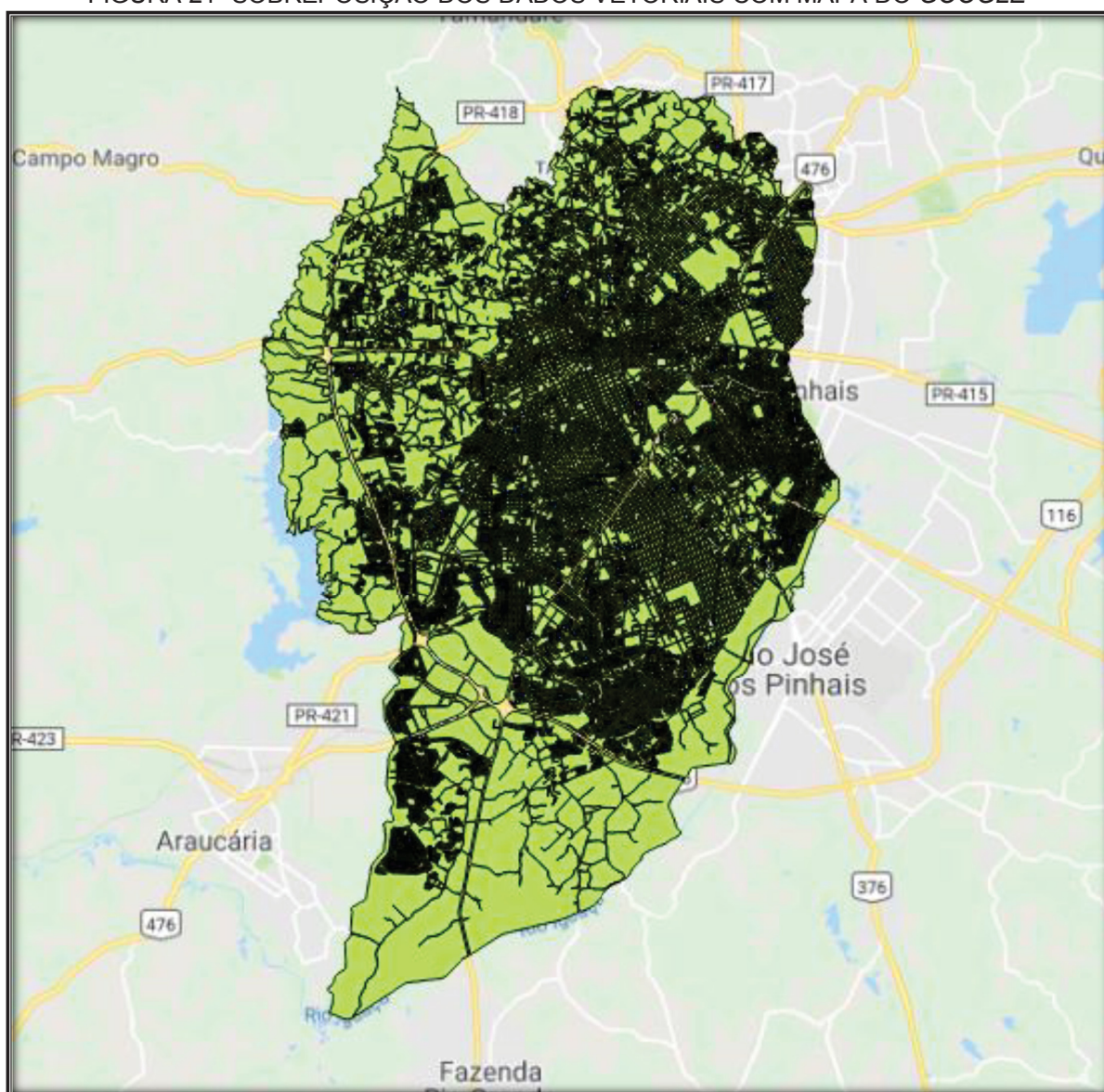


FONTE: A autora (2019).

Devido a necessidade do uso do Qgis, outra ferramenta disponível no programa foi usada com a finalidade de conferir o sistema de referência com os dados trabalhados. Consiste na sobreposição do projeto parcial do sistema de transporte da cidade com uma imagem do *Google Maps* ou *Google Satellite* (FIGURA 21).



FIGURA 21- SOBREPOSIÇÃO DOS DADOS VETORIAIS COM MAPA DO GOOGLE



FONTE: A autora (2019).

**Dados de (viii) a (x):** Os dados (viii) pontos de táxi, (ix) cruzamentos de maior fluxo de veículo e (x) estimativa de propriedade de carro, moto e bicicleta, foram obtidos respectivamente em forma de lista de endereços dos pontos de táxi, contagens volumétricas e relatório por bairro extraído da pesquisa origem-destino de Curitiba. Para inserir os dados no Transcad, o primeiro passo foi transformar as informações em planilhas de Excel, formato que permite importação para o Transcad. As figuras a seguir exemplificam a compilação das informações em planilhas, para táxis e contagens volumétricas (ordenadas de modo decrescente) respectivamente (FIGURA 22) e (FIGURA 23).

FIGURA 22- BASE DE DADOS PARA MAPA DE PONTOS DE  
TÁXI EM CURITIBA

S30									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	TAXI_ID	BAIRRO	LATITUDE	LONGITUDE					
2	1	ABRANCHES	-25.381.608	-49.273042					
3	2	AGUA VERDE	-25.450.295	-49.291.437					
4	3	AGUA VERDE	-25.451.167	-49.294.533					
5	4	AGUA VERDE	-25.448.057	-49.286.037					
6	5	AGUA VERDE	-25.443.918	-49.274.935					
7	6	AGUA VERDE	-25.454.077	-49.284.650					
8	7	AGUA VERDE	-25.453.556	-49.273.775					
9	8	AGUA VERDE	-25.445.308	-49.283.700					
10	9	AGUA VERDE	-25.447.005	-49.275.986					
11	10	AGUA VERDE	-25.442.713	-49.276.805					
12	11	AGUA VERDE	-25.461.675	-49.288.950					
13	12	AGUA VERDE	-25.446.367	-49.279.801					
14	13	AGUA VERDE	-25.442.493	-49.279.128					
15	14	AGUA VERDE	-25.443.607	-49.279.330					
16	15	AGUA VERDE	-25.444.837	-49.288.225					
17	16	AGUA VERDE	-25.461.538	-49.280.906					
18	17	AGUA VERDE	-25.450.491	-49.288.459					
19	18	AGUA VERDE	-25.463.348	-49.290.482					
20	19	AGUA VERDE	-25.465.071	-49.284.875					
21	20	AGUA VERDE	-25.454.562	-49.288.244					
22	21	AGUA VERDE	-25.453.738	-49.287.829					
23	22	AGUA VERDE	-25.450.952	-49.287.647					
24	23	AGUA VERDE	-25.404.829	-49.270.712					
25	24	AHU	-25.404.771	-49.270.691					
TAXI MAIOR VOL TRAF									
Pronto									

FONTE: A autora (2019).

FIGURA 23- BASE DE DADOS PARA MAPA DE INTERSEÇÕES  
COM MAIORES VOLUMES DE TRÁFEGO EM CURITIBA

E26									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	VOL_ID	BAIRRO	LATITUDE	LONGITUDE					
2	1	12016	REBOUÇAS	-25.436.975	-46.160.295	SILVA JARDIM			X MARIANO TORRES
3	2	11650	BATEL	-25.435.571	-46.182.702	DESEMBARGADOR MOTA			X VISCONDE DE GUARAFUVA
4	3	11623	CENTRO CIVICO	-25.418.884	-46.168.886	ARISTIDES TEIXEIRA			X CÂNDIDO DE ABREU
5	4	11423	CENTRO	-25.440.118	-46.277.072	BRGACERO FRANCO			X VISCONDE DE GUARAFUVA
6	5	10751	JARDIM BOTÂNICO	-25.435.632	-46.160.256	MARIANO TORRES			X AFRONSO CAMARGO
7	6	10347	SEMIÁRIO	-25.449.353	-46.304.658	MÁRIO TOURINHO			X NOSSA SENHORA APARECIDA
8	7	10230	CENTRO	-25.426.796	-46.265.086	TEAGI			X COIS APALUD
9	8	10136	CENTRO	-25.435.157	-46.160.369	7 DE SETEMBRO			X MARIANO TORRES
10	9	10029	REBOUÇAS	-25.437.319	-46.161.135	SILVA JARDIM			X COIS LAURINDO
11	10	9997	GLABROTUBA	-25.452.933	-46.243.166	COMENDADOR FRANCO			X BR-116
12	11	9756	CAURU	-25.444.953	-46.234.626	BR-277			X BR-116
13	12	9616	CENTRO CIVICO	-25.417.524	-46.168.560	LYSINACO FERREIRA DA COSTA			X CÂNDIDO DE ABREU
14	13	9630	ÁGUA VERDE	-25.442.849	-46.175.909	BRGACERO FRANCO			X SILVA JARDIM
15	14	9622	REBOUÇAS	-25.437.990	-46.262.890	SILVA JARDIM			X JOÃO NEGRÃO
16	15	8990	ÁGUA VERDE	-25.443.238	-46.277.054	DESEMBARGADOR MOTA			X SILVA JARDIM
17	16	8507	CENTRO	-25.431.949	-46.161.785	NILO CARO			X MARIANO TORRES
18	17	8445	CENTRO	-25.427.231	-46.264.016	AMINTAS DE BARROS			X MARIANO TORRES
19	18	8216	JARDIM BOTÂNICO	-25.439.688	-46.249.778	BRASLO IBERÊ			X PREF CIMAR SABBAG
20	19	8100	ÁGUA VERDE	-25.445.938	-46.274.442	GETÚLIO VARGAS			X BRGACERO FRANCO
21	20	8038	ALTO DA RUA XV	-25.466.238	-46.259.142	UBA DINO DO AMARAL			X XV DE NOVE MBRO
22	21	8003	MERCÊS	-25.426.085	-46.185.790	BRGACERO FRANCO			X PADRE AGOSTINHO
23	22	7960	REBOUÇAS	-25.441.046	-46.261.317	GETÚLIO VARGAS			X JOÃO NEGRÃO
24	23	7927	TARUMÁ	-25.428.571	-46.228.866	VICTOR FERREIRA DO AMARAL			X BR-116
25	24	7917	JARDIM BOTÂNICO	-25.438.518	-46.250.811	ENG. REBOUÇAS			X PREF CIMAR SABBAG
TAXI MAIOR VOL TRAF									
Pronto									

FONTE: A autora (2019).



Houve a necessidade no caso dos dados de táxi de realizar a conferência através do *Google*. Da conferência constatou-se que muitos dos pontos listados após obras e modificações nas vias deixaram de existir ou simplesmente não apresentam qualquer tipo de identificação (FIGURA 24), seja abrigo, placa ou faixa de pintura na via. Dos 364 que constavam na lista original, permaneceram 327 paradas que deram origem a lista inserida em ambiente Transcad.

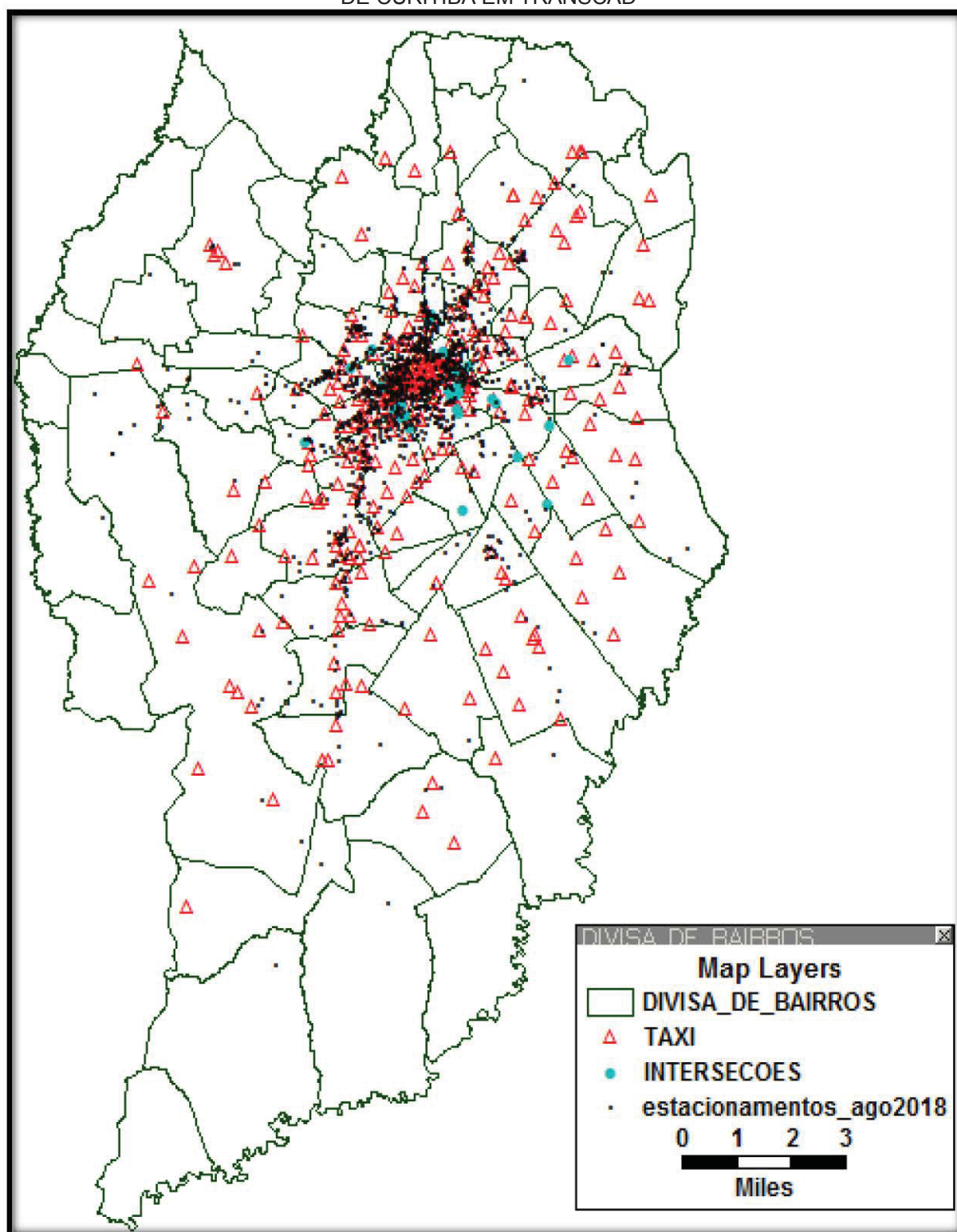
FIGURA 24- SINALIZAÇÃO DE PONTOS DE TÁXI



FONTE: A autora (2019).

O dado (ix) cruzamentos de maior fluxo, obtidos inicialmente como contagens volumétricas, tiveram as 30 interseções mais movimentadas selecionadas e transformadas em posições de latitude e longitude, que originaram a tabela em Excel. Para o dado (x) estimativa de propriedade de carros, motos e bicicletas foram coletadas informações referentes à pesquisa origem-destino (IPPUC, 2019) de todos os bairros da cidade. Por fim as planilhas Excel foram salvas no formato (. csv) e inseridas em Transcad (FIGURA 25).

FIGURA 25 - MAIORES VOLUME TRÁFEGO, PONTOS DE TÁXI E ESTACIONAMENTOS DE CURITIBA EM TRANSCAD



FONTE: A autora (2019).

**Dados (xi) a (xiii):** Os dados (xi) população por bairro, (xii) renda domiciliar por bairro e (xiii) IVS, obtidos em planilha Excel, disponibilizada pelo IBGE e IPEA, em



computacional AutoCAD-2013, foi possível converter para o formato (.dxf), reconhecida pelo Transcad.

FIGURA 27- LINHAS DE ÔNIBUS E PARADAS DE ÔNIBUS



FONTE: A autora (2019).

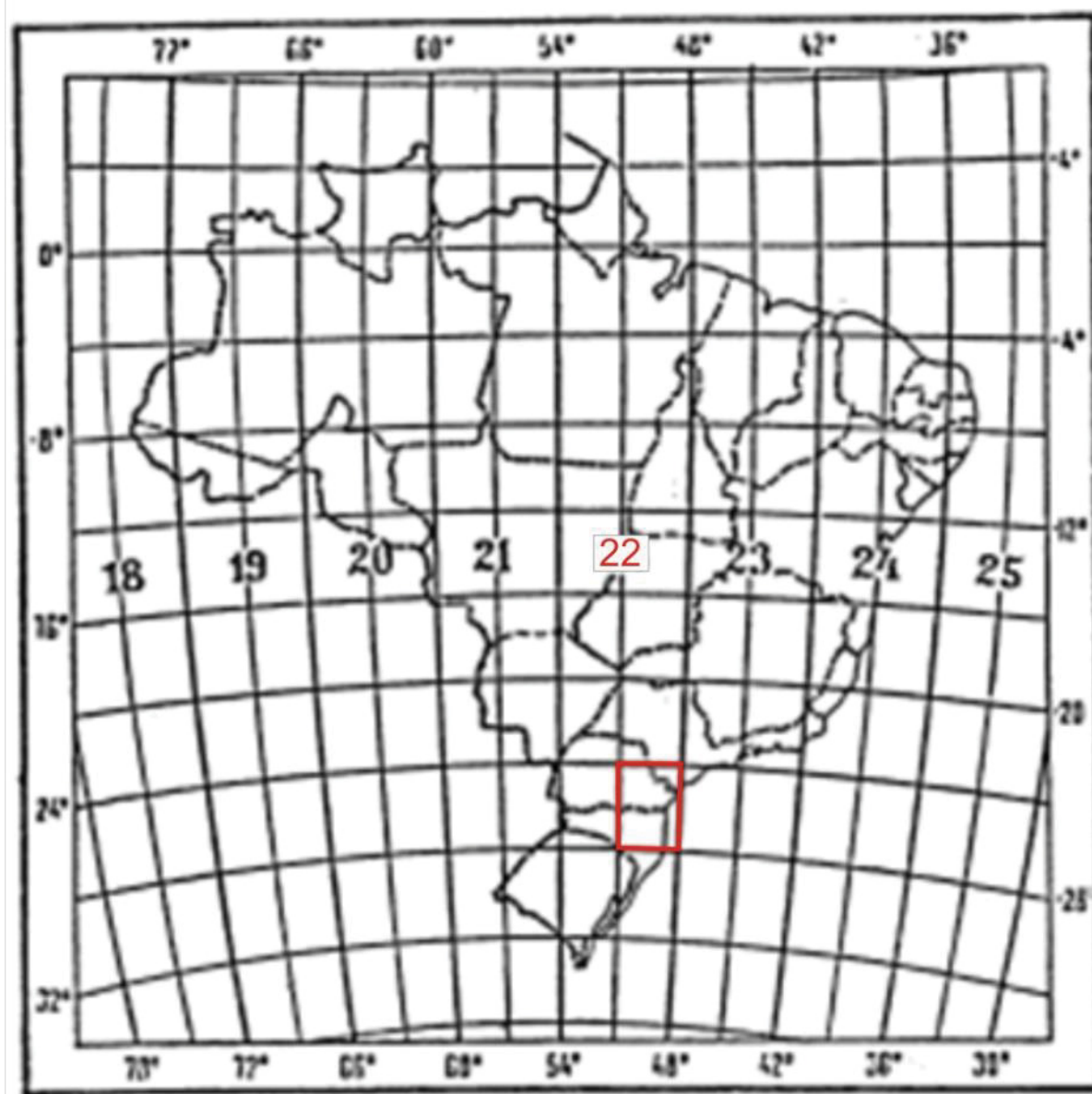
### 3.3 ESTRUTURAÇÃO DO MODELO NO TRANSCAD

Concluída a etapa de uniformização de dados de maneira apropriada para o Transcad, as camadas foram sobrepostas. Todos os arquivos previamente preparados no Qgis, em formato (.shp) representando um elemento gráfico ou uma feição em forma de ponto, linha ou polígono dotado de uma referência espacial, coordenada geográfica.

A entrada dessas informações no Transcad foi orientada de acordo com o sistema WGS-84 e posicionada através do sistema de coordenadas geográficas, *Universal Transverse Mercator* - UTM zone XXS. Curitiba está localizada sobre a faixa de fuso 22, portanto a ela se aplica UTM 22 (FIGURA 28).



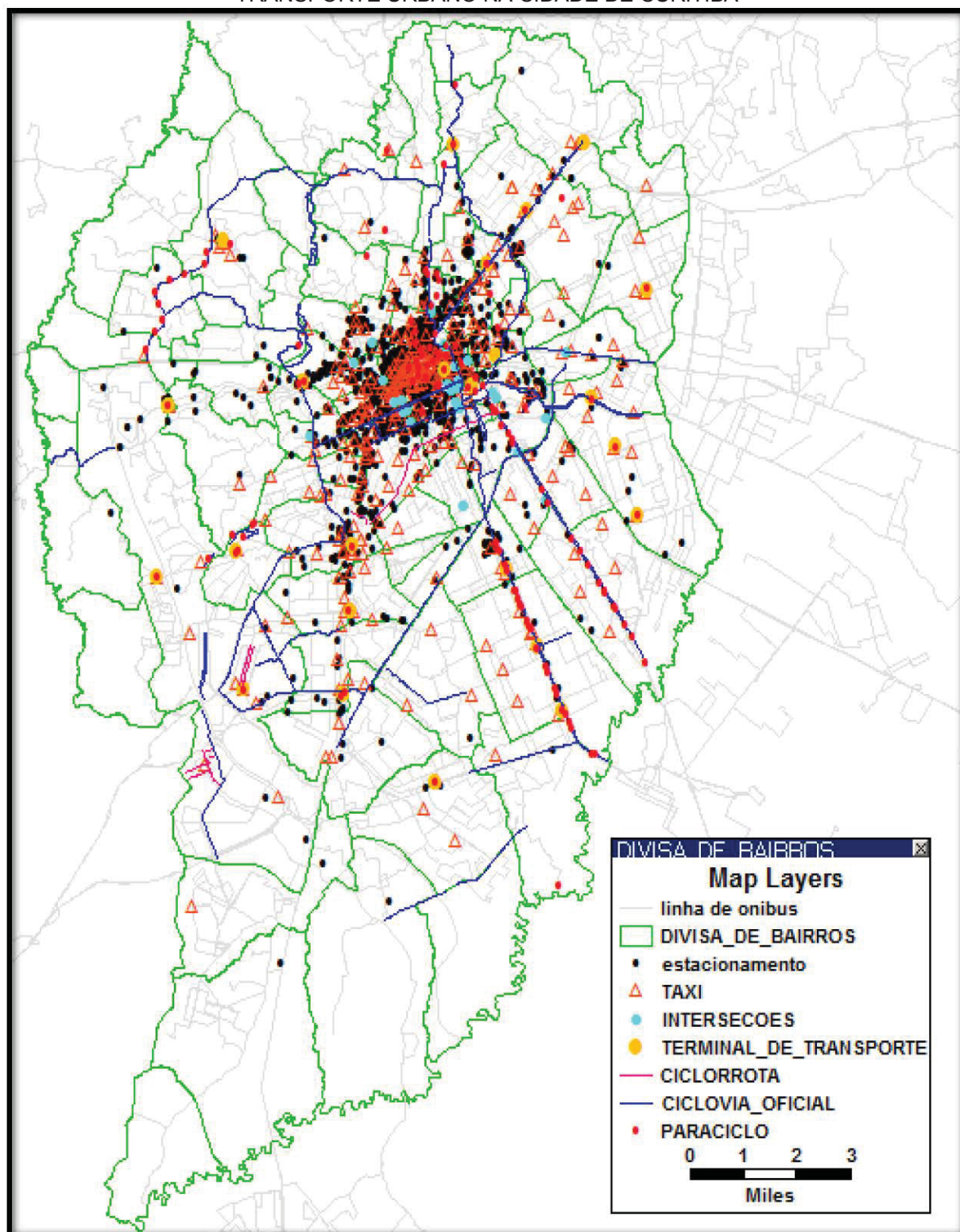
FIGURA 28- FUSOS NO BRASIL



FONTE: adaptado de IBGE (2018a).

A relação de sobreposição entre as várias camadas de informações e elementos que compõe a rede de transporte da cidade forma a base para aplicar a medida de acessibilidade ao transporte público determinado por Ferraz e Torres (2004), onde até 300 metros é a distância considerada adequada até que o pedestre alcance o ponto de ônibus mais próximo (FIGURA 29).

FIGURA 29- SOBREPOSIÇÃO DE CAMADAS QUE COMPÕE O SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO NA CIDADE DE CURITIBA



FONTE: A autora (2019).

### 3.4 MEDIÇÃO DE ACESSIBILIDADE

A medida de acessibilidade escolhida para ser usada nessa pesquisa foi desenvolvida por Ferraz e Torres (2004), que consideram até 300 metros uma distância adequada para que o pedestre alcance o ponto de ônibus mais próximo.

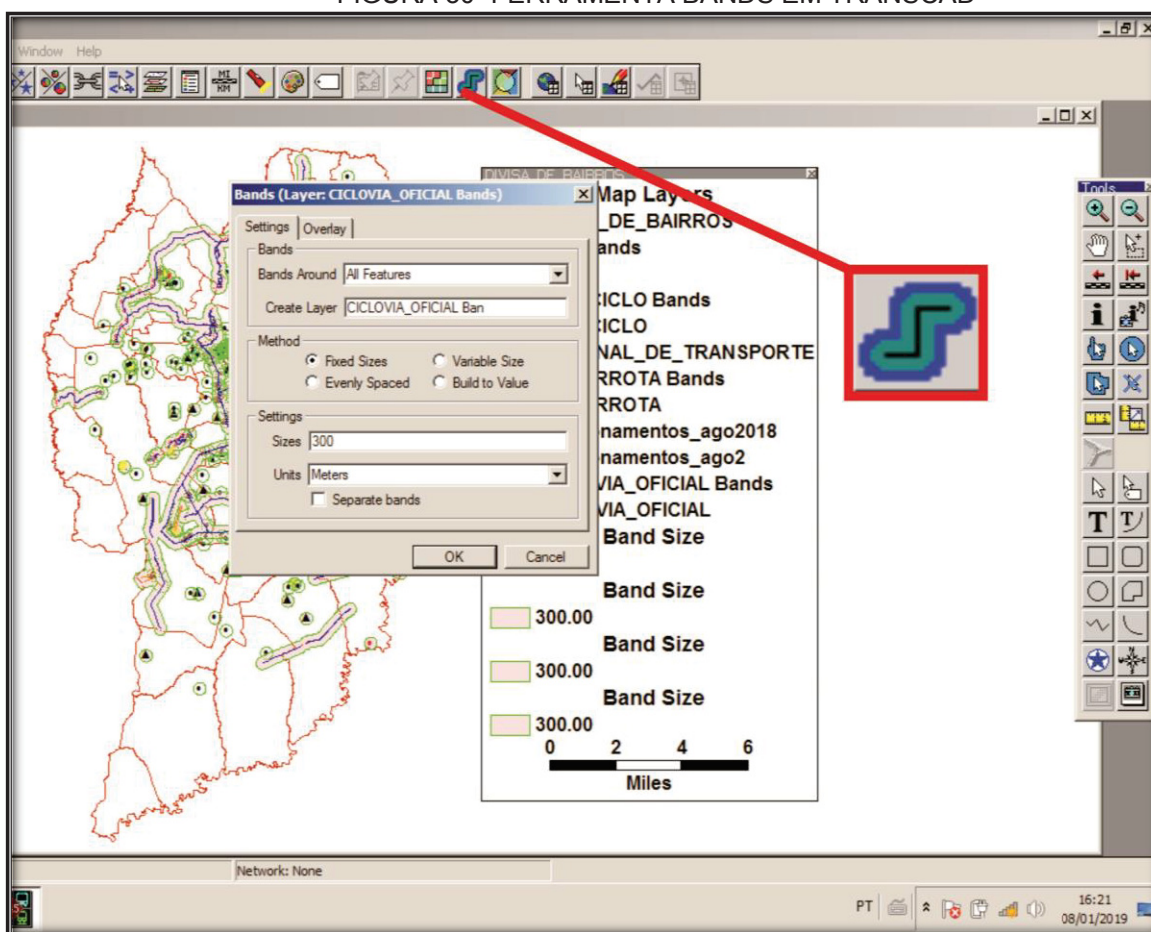
Essa medida será adotada também para os demais componentes da rede de transporte de Curitiba, tais como paradas de táxi, ciclovias, etc. A ideia é localizar pontos de interseção entre os modais e potenciais locais para a instalação de infraestrutura de transbordo multimodal, complementado por medidas que serão determinadas a partir dos locais identificados, que possam contribuir para o fortalecimento dessa opção de transporte mais sustentável. Um exemplo desse tipo de medida proposta é a integração tarifária entre o valor pago em estacionamentos para permanência de veículos motorizados particulares e a tarifa de ônibus.

A medida de acessibilidade não se aplicou aos dados (ix) cruzamentos de maior fluxo e (x) estimativa de propriedade de automóveis, motocicletas e bicicletas, (xi) população por bairro, (xii) renda domiciliar por bairro e (xiii) IVS, que são empregados na etapa de análise de dados somente. Esse fato se deve por especificidades, no caso do dado (ix) existência dados que não cobrem toda a cidade permitindo apenas uma avaliação parcial, no caso do dado (ix) a impossibilidade de mensuração do tipo de informação frente medida de acessibilidade aplicada.

Para os dados inseridos em ambiente Transcad foi aplicada a ferramenta *Bands* (FIGURA 30).



FIGURA 30- FERRAMENTA BANDS EM TRANSCAD



FONTE: A autora (2019).

A ferramenta permite realizar a identificação de interseções entre bandas criadas ao redor dos objetos de interesse e depois de geração de planilha com base nessas informações geradas automaticamente (FIGURA 31).

FIGURA 31- TABELA DE INTERSEÇÕES

[[INTERSECOES Data].ID]]	[Avg [INTERSECOES Data].ID]]	CRUZ	[Avg CRUZ]	[Avg CRUZ.1]]	[Avg Avg CRUZ]	Y	[Avg Y]	[Avg Y.1]]	[Avg Avg Y]	X	[Avg X]	[Avg X.1]]	[Avg
65.00	81.00	81.00	81.00	16.20	16.20	-127.21	-127.21	-25.44	-25.44	-246.38	-246.38	-49.28	
11.00	0.00	0.00	0.00	--	--	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	
1143.50	46.37	545.72	22.13	140.42	15.81	-976.14	-39.59	-225.99	-25.45	-1889.91	-76.64	-437.36	
45.00	49.00	49.00	49.00	16.33	16.33	-76.36	-76.36	-25.45	-25.45	-147.71	-147.71	-49.24	
44.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	
62.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	
258.33	28.72	452.01	50.25	94.73	13.82	-876.78	-97.47	-174.25	-25.43	-1698.60	-188.84	-337.65	
10.00	10.00	32.00	32.00	10.67	10.67	-76.26	-76.26	-25.42	-25.42	-147.80	-147.80	-49.27	
46.00	0.00	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	
39.00	0.00	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	
24.00	0.00	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	
49.00	49.00	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	
13.43	60.00	13.43	51.95	232.00	12.89	-102.51	-457.80	-5.69	-25.43	-198.58	-886.83	-11.03	
33.00	0.00	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	
6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	
19.58	50.00	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	
18.00	18.00	6.00	6.00	6.00	--	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	
30.00	30.00	38.00	6.00	19.00	6.00	-25.45	-25.45	-25.45	-25.45	-49.30	-49.30	-49.30	
12.00	12.00	10.00	10.00	10.00	19.00	-50.92	-50.92	-25.46	-25.46	-98.48	-98.48	-49.24	
32.00	32.00	20.00	20.00	20.00	10.00	-25.45	-25.45	-25.45	-25.45	-49.24	-49.24	-49.24	
63.00	63.00	0.00	0.00	0.00	20.00	-25.47	-25.47	-25.47	-25.47	-49.26	-49.26	-49.26	
34.00	34.00	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	
19.00	19.00	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	
57.00	57.00	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	
31.00	31.00	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	
42.00	42.00	24.00	24.00	24.00	24.00	-25.44	-25.44	-25.44	-25.44	-49.25	-49.25	-49.25	
43.00	43.00	179.00	179.00	13.77	13.77	-330.71	-330.71	-25.44	-25.44	-640.44	-640.44	-49.26	
21.00	21.00	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	
56.00	56.00	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	
26.00	26.00	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	
23.00	23.00	29.00	29.00	29.00	29.00	-25.43	-25.43	-25.43	-25.43	-49.26	-49.26	-49.26	
14.00	14.00	86.00	86.00	10.75	10.75	-203.52	-203.52	-25.44	-25.44	-394.02	-394.02	-49.25	
37.00	37.00	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	

Dataview: Records 1 - 34 of 75

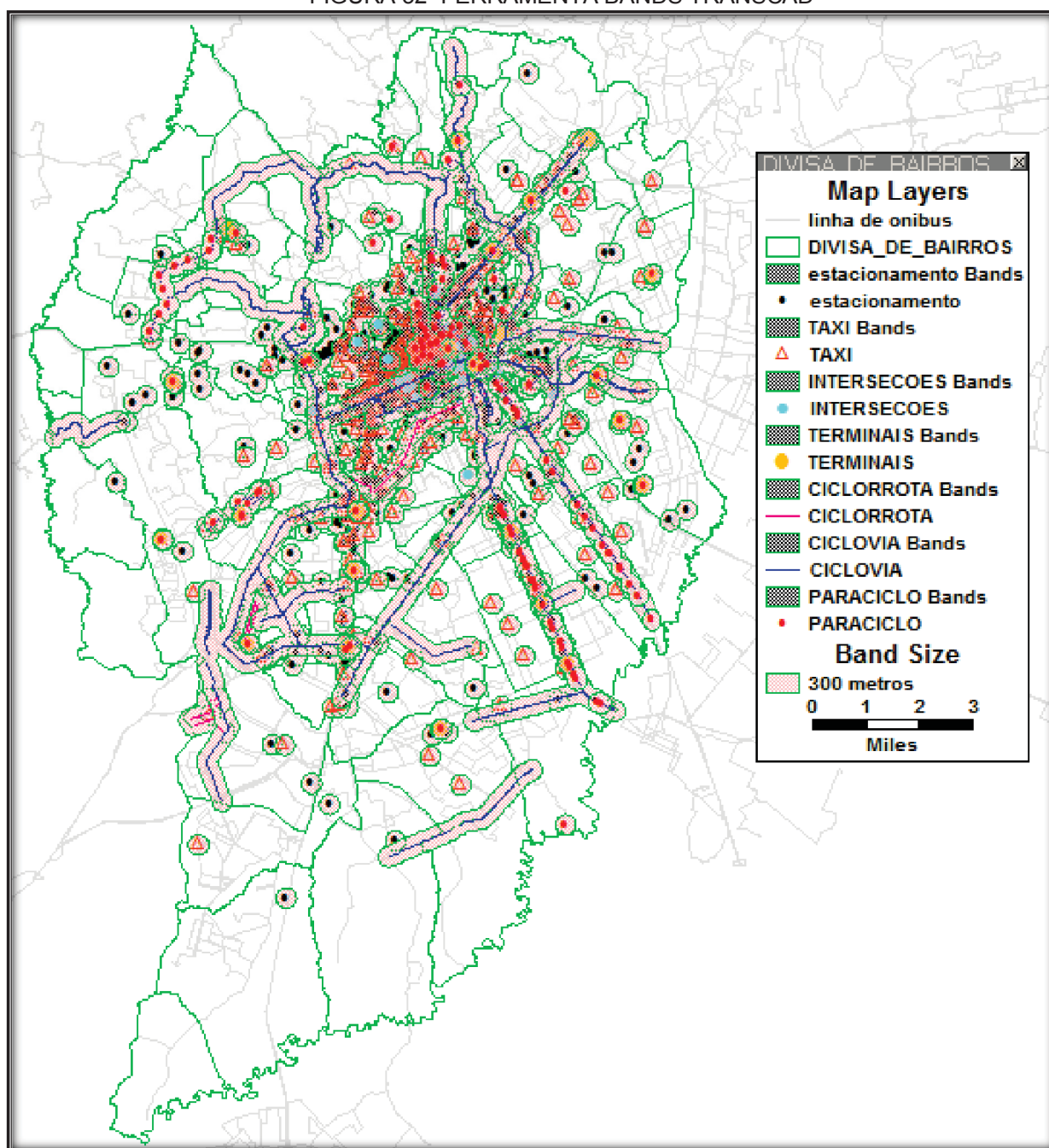
(-49.050266, -25.653004)

Network: None

FONTE: A autora (2019).

O resultado da tabela se expressa visualmente com interseções de bandas e circunferências ao redor dos objetos de interesse (FIGURA 32 e FIGURA 33). Na legenda da figura 30 é possível observar que todos os elementos aparecem duplicados, por exemplo, terminais e terminais *bands*, demonstrando respectivamente a posição dos elementos “terminais” e a “banda de acessibilidade” criada ao redor do mesmo com 300 metros de alcance.

FIGURA 32- FERRAMENTA BANDS TRANSCAD



FONTE: A autora (2019).



FIGURA 33- OBJETOS SELECIONADOS TRANSCAD



FONTE: A autora (2019).

### 3.5 ANÁLISE DOS DADOS E ELABORAÇÃO DA PROPOSTA

#### 3.5.1 Análise dos dados

Após os dados terem sido inseridos em ambiente Transcad, uma série de leituras a respeito destes individualmente e associados foi realizada, por exemplo:

- Individualmente como os dados de IVS - Índice de Vulnerabilidade Social se distribuem em regiões homogêneas na cidade de Curitiba?
- Da combinação dos dados do IVS a informações de propriedade de veículo que relações podem ser observadas?

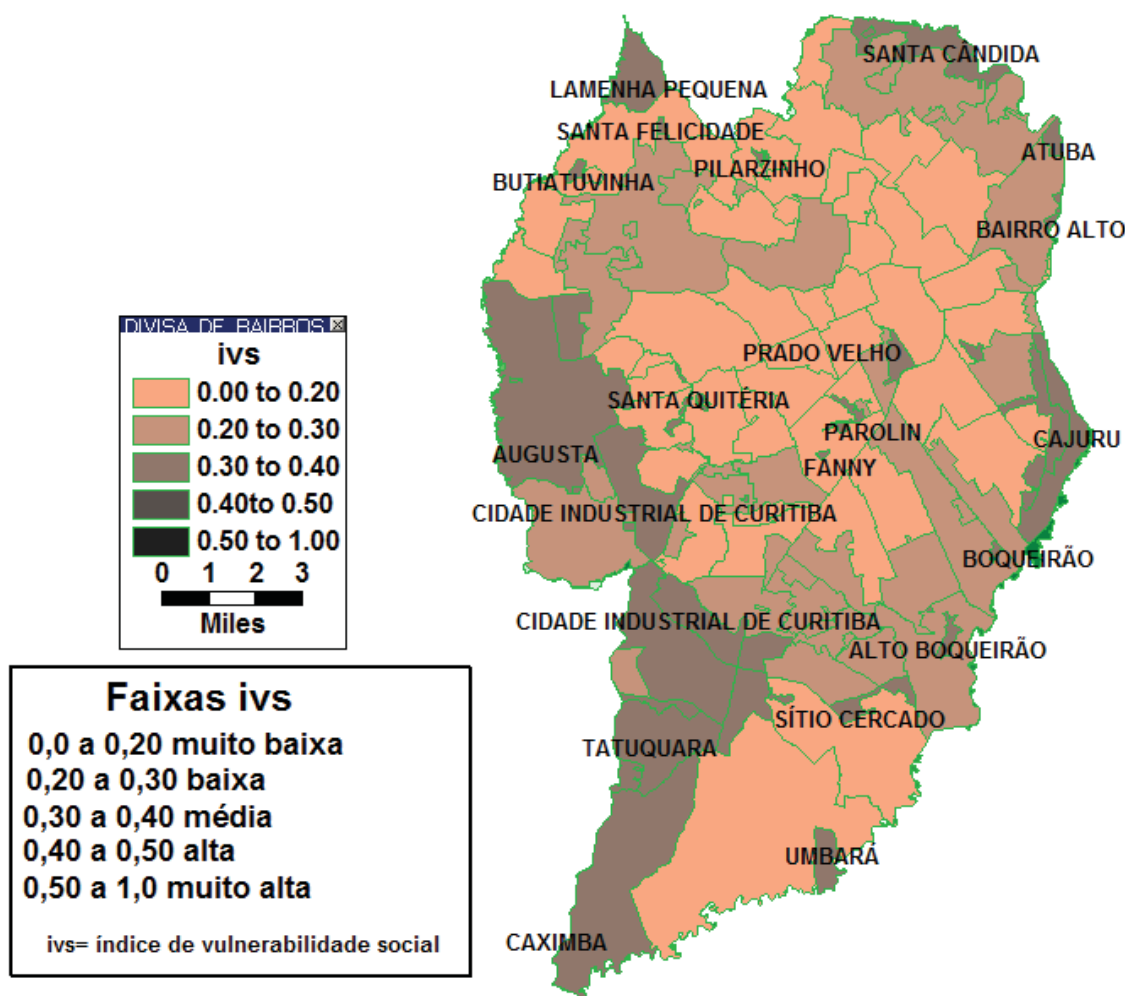
O quadro 8 a seguir apresenta essas leituras agrupadas da seguinte forma: (1) Relação do IVS com a escolha modal, (2) Distribuição da população no território e escolha modal, (3) Densidade demográfica e sua relação com a posse de veículos particulares, (4) infraestrutura para bicicleta por bairro, (5) Combinação de outros dados. Essas leituras traduzem o contexto e a dinâmica entre os dados estudados,

para a elaboração da proposta multimodal de Curitiba, permitindo gerar uma proposta adequada à cidade.

QUADRO 8- ANÁLISE DOS DADOS EM TRANSCAD PARA ELABORAÇÃO DA PROPOSTA  
(continua)

**LEITURA 1 (ITEM 1 a 4) - OBSERVAÇÕES SOBRE O IVS E SUA RELAÇÃO COM A POSSE DE VEÍCULOS PARTICULARES:**

Visa apresentar as observações da relação entre IVS (Índice de Vulnerabilidade Social) e escolha do tipo modal particular mais frequente entre motocicletas, bicicleta e automóveis. Em Curitiba, os piores resultados estão localizados na faixa média de vulnerabilidade com amplitude 0,30 a 0,40, conforme o índice IVS. Existem algumas bolsas de vulnerabilidade média na região central e imediações próximas, são elas, Prado Velho, Santa Quitéria, Parolin e Fanny, as demais áreas da região central e adjacências apresentam vulnerabilidade baixa e muito baixa. Em geral, áreas que contornam os limites físicos da cidade com a região metropolitana apresentam as regiões de maior vulnerabilidade observada (média).

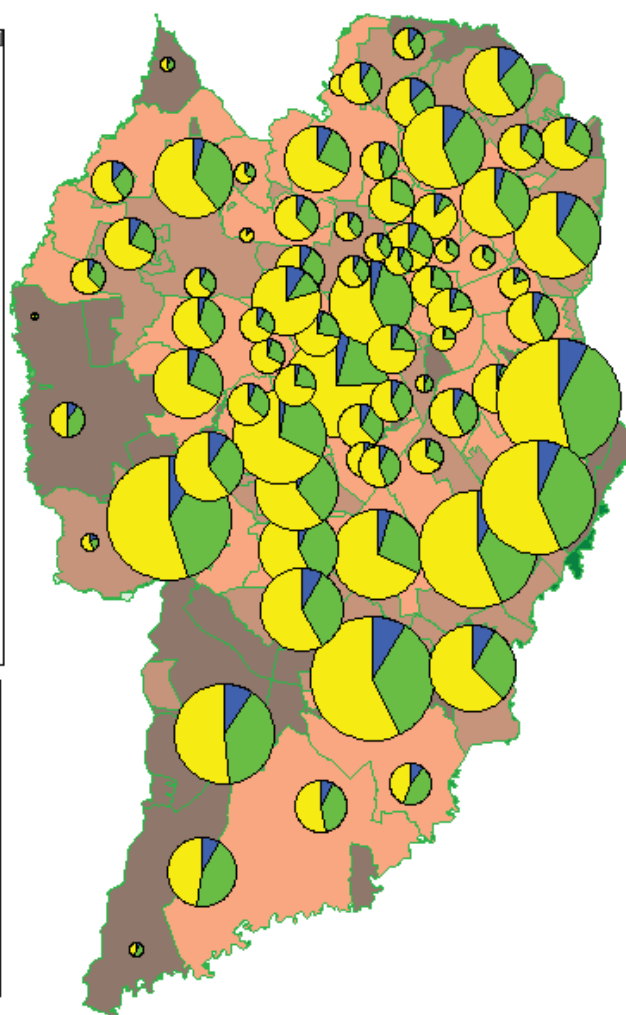
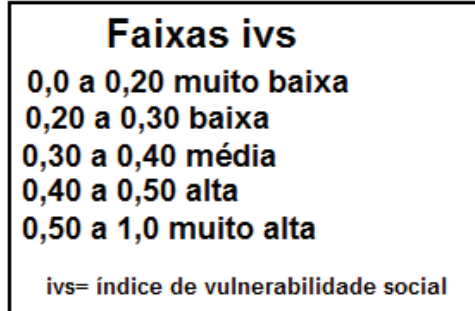
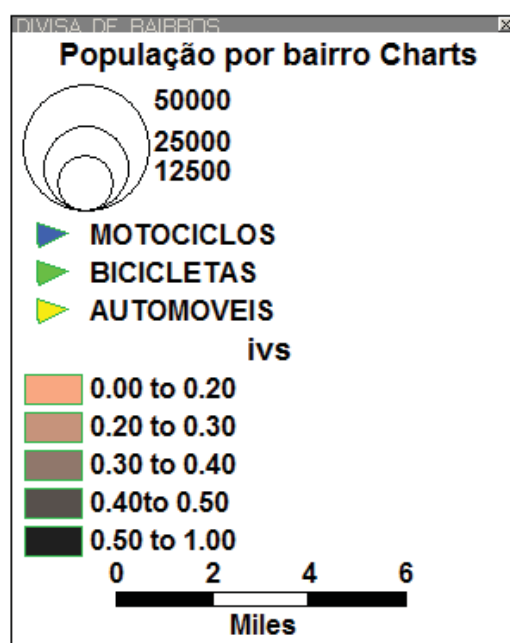


(continuação)

Nas imagens representadas a seguir (item 1 a 4), as circunferências representam quantidade de veículos em números absolutos, informação extraída da pesquisa origem/destino de Curitiba (IPPUC, 2019). Na imagem quanto maior a escala da circunferência maior o número de veículos representados conforme a legenda.

### 1- Relação do IVS e escolha modal (motocicleta, bicicleta, automóvel):

Observa-se praticamente em todos os bairros a preferência de posse sobre o automóvel. Nota-se de modo geral também que o protagonismo da posse do automóvel aumenta quanto mais próximo o bairro encontra-se do centro, chegando a assumir parcelas maiores do que  $\frac{3}{4}$  da circunferência que representa carro, moto e bicicleta. O inverso ocorre com a propriedade de bicicletas, sendo que os bairros com menor IVS que contornam a região mais central apresentam propriedade maior de bicicletas, chegando a praticamente igualar a de automóveis em alguns pontos da cidade, tais como, na ponta sul, parte inferior da imagem, que representa os bairros Campo de Santana e Caximba.

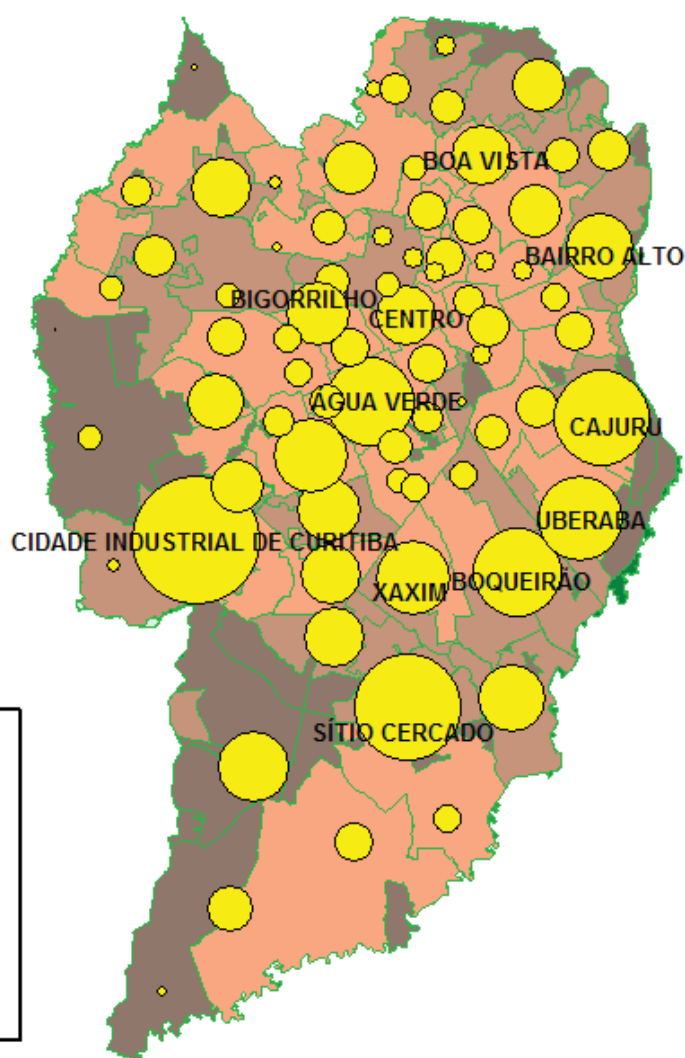
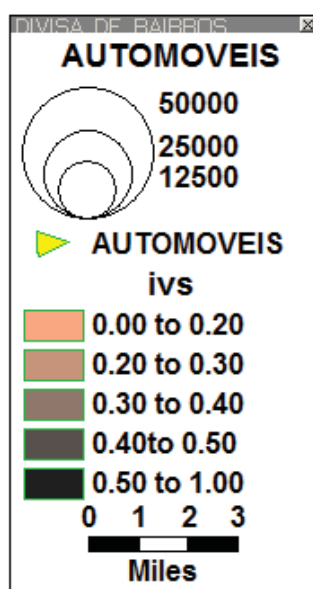


(continuação)

**2- Relação do IVS e propriedade de automóveis:**

A propriedade de automóveis se concentra principalmente em um cinturão ao redor da região mais próxima ao centro. Esse contorno coincide em vários pontos com o menor índice IVS obtidos na cidade de Curitiba.

Exceção a essa generalização, os bairros Água Verde, Centro e Bigorrrilho, conhecidos por serem bastante verticalizados que também apresentam alta propriedade de automóveis.

**Faixas ivs**

0,0 a 0,20 muito baixa

0,20 a 0,30 baixa

0,30 a 0,40 média

0,40 a 0,50 alta

0,50 a 1,0 muito alta

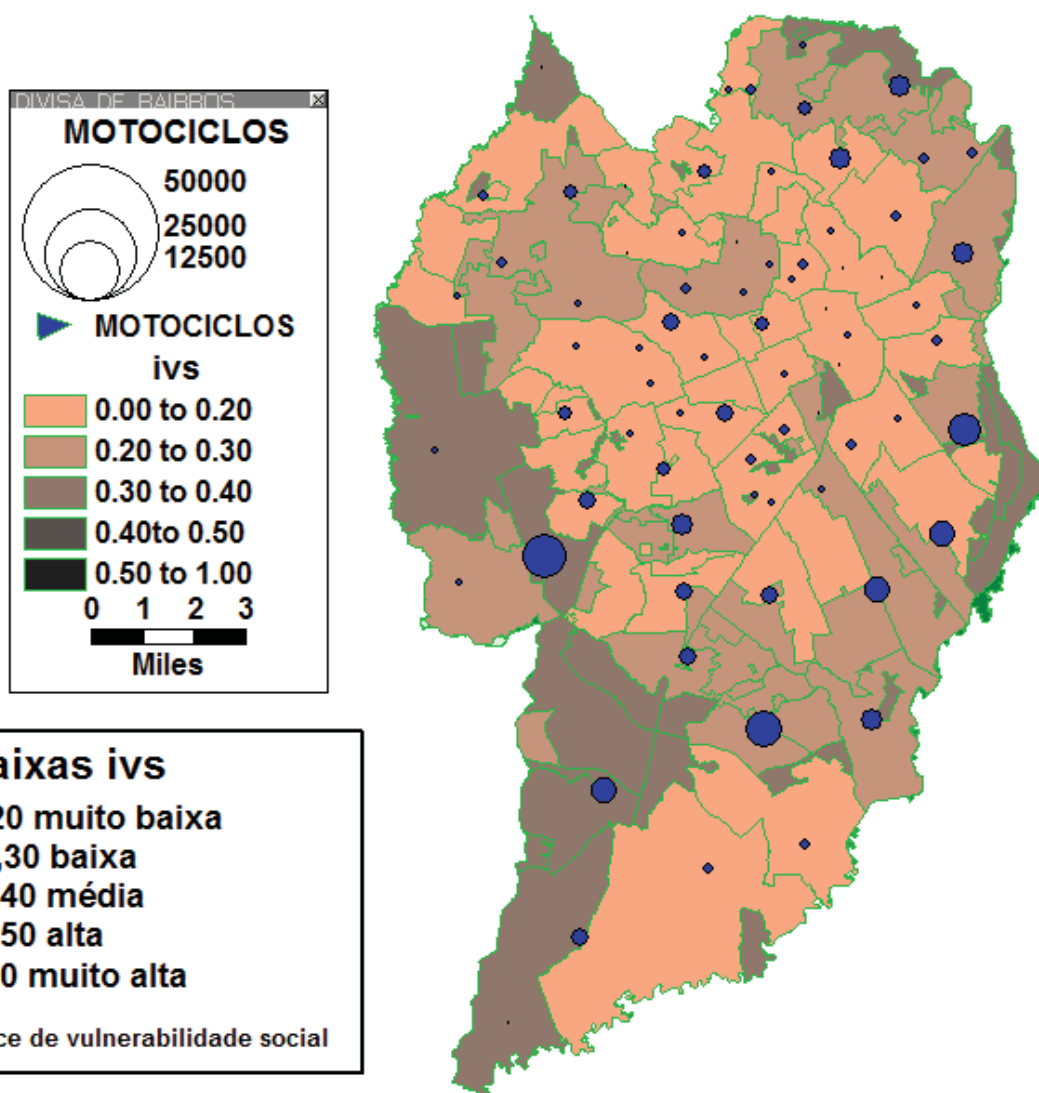
ivs= índice de vulnerabilidade social



(continuação)

**3- Relação do IVS e propriedade de motocicletas:**

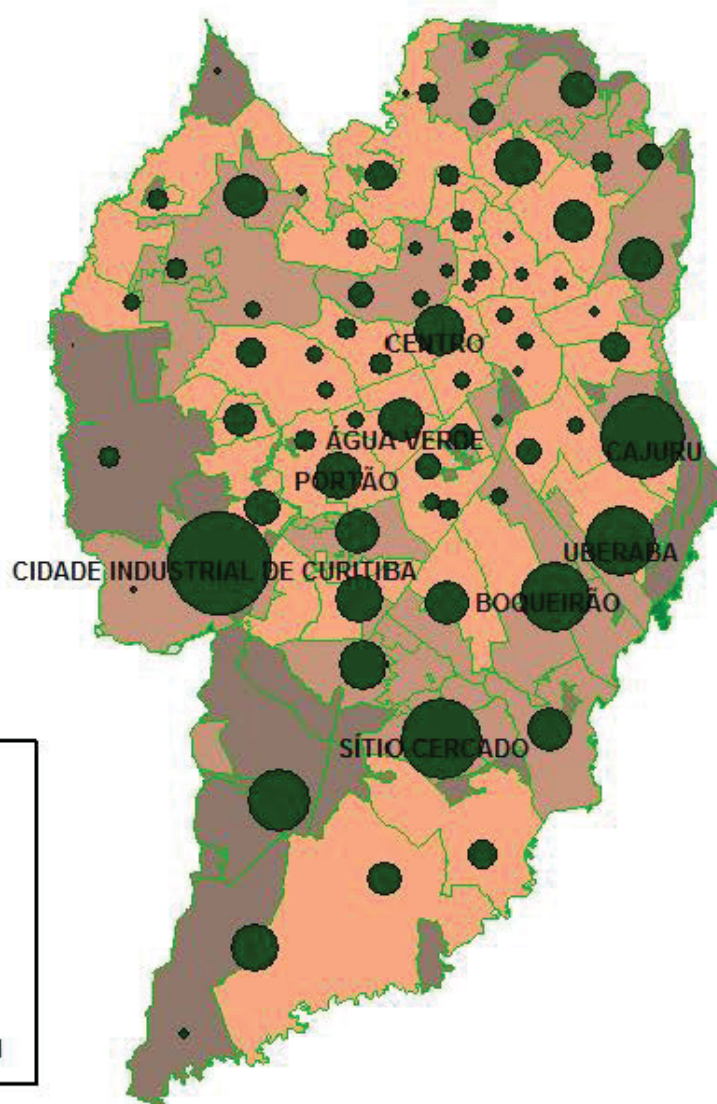
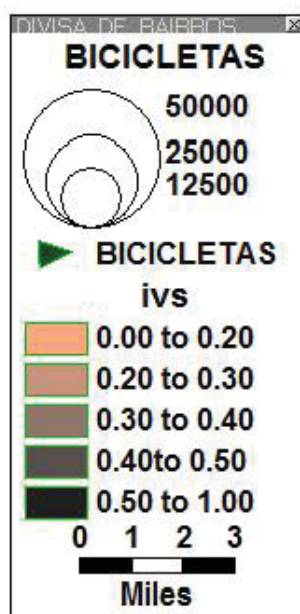
Com relação à distribuição de motocicletas, a distribuição ocorre de forma similar a de automóveis, formando um cinturão ao redor da região mais próxima ao centro. Entretanto, a concentração de propriedade de motocicletas na região central é menos significativa do que a de automóveis.



(continuação)

#### 4- Relação do IVS e propriedade de bicicletas:

Além do contorno da região central, como observado nos outros modais, a bicicleta também aparece com destaque nos bairros Centro, Água Verde e Portão se comparados com os bairros vizinhos.



#### Faixas ivs

0,0 a 0,20 muito baixa

0,20 a 0,30 baixa

0,30 a 0,40 média

0,40 a 0,50 alta

0,50 a 1,0 muito alta

ivs= índice de vulnerabilidade social

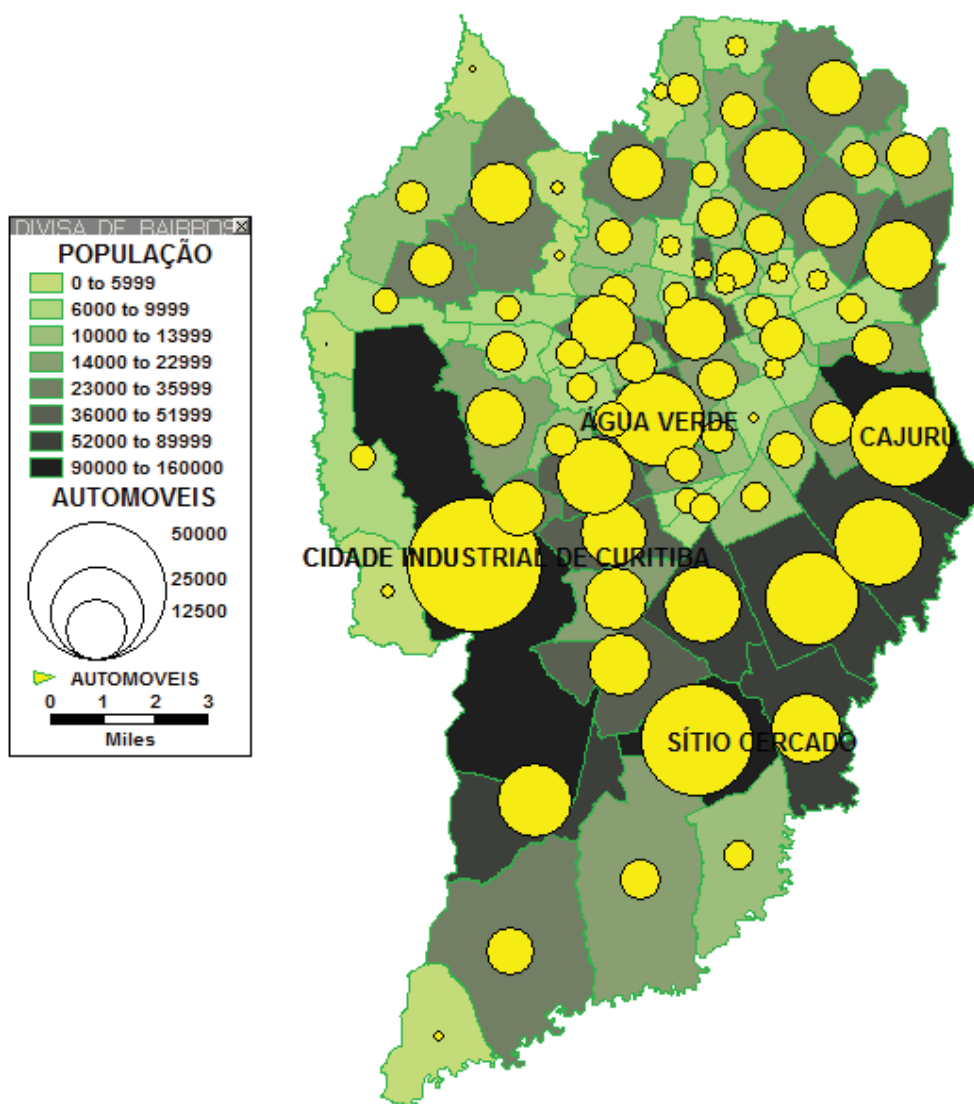
(continuação)

**LEITURA 2 (ITEM 5 a 7) - OBSERVAÇÕES SOBRE A DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO E SUA RELAÇÃO COM A POSSE DE VEÍCULOS PARTICULARES:**

Essa etapa visa apresentar o resultado da relação entre a distribuição da população no território de Curitiba e escolha do tipo modal particular mais frequente entre motocicletas, bicicleta e automóveis.

**5- População e propriedade de automóveis nos bairros de Curitiba:**

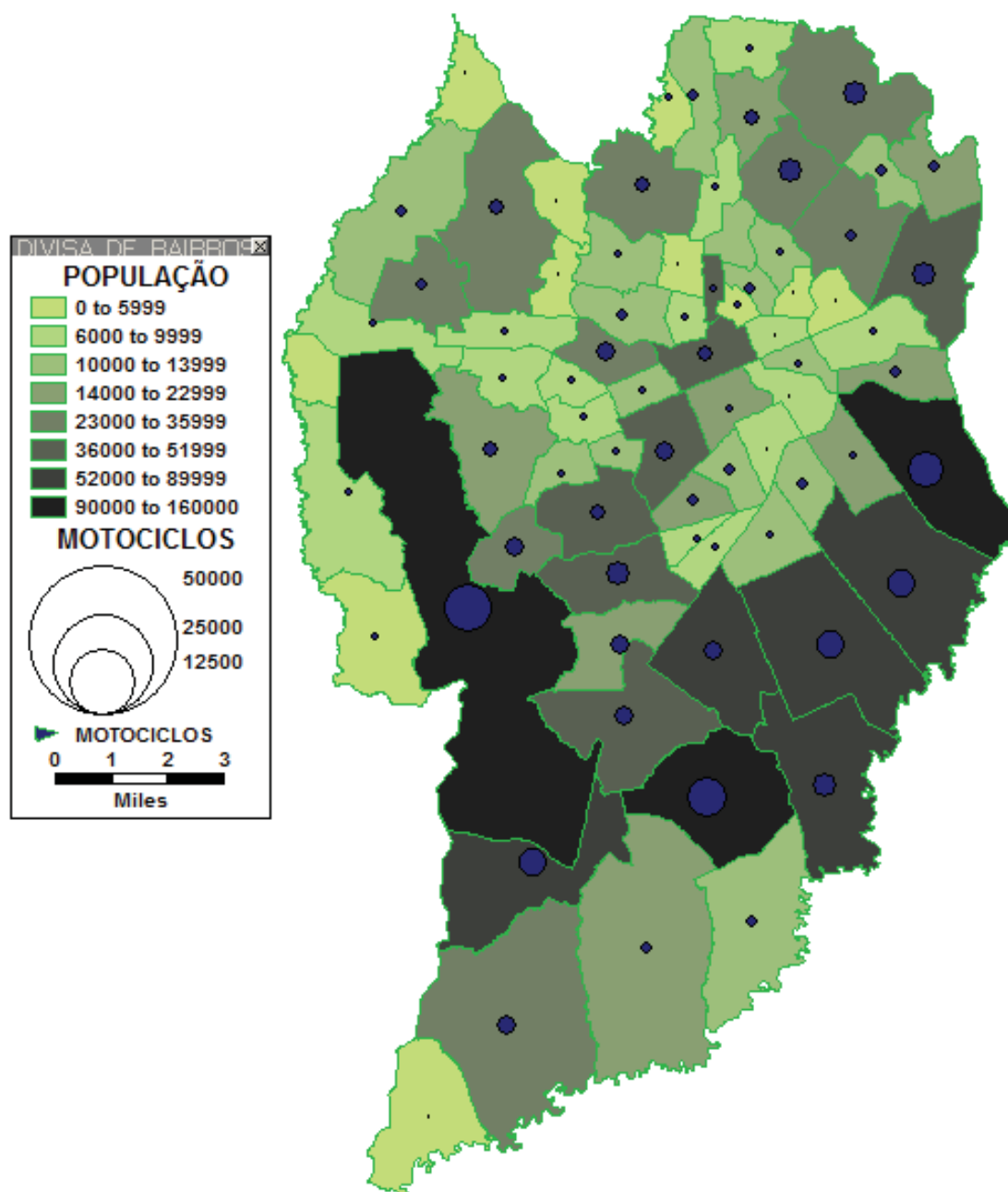
Observa-se que quanto maior a população de um bairro existe uma tendência de maior número de propriedade de veículos, esse é o caso dos bairros Cidade Industrial, Sítio cercado e Cajuru. Apesar disso, alguns bairros bem próximos ao centro, tais como, Água verde, possui um volume maior de veículo que outros que dispõe da mesma população. Em um paralelo com a questão da renda, que será tratada adiante, é possível conjecturar que além do tamanho da população influenciar no número de automóveis, a renda também impacta na escolha modal.



(continuação)

**6- População e propriedade de motocicletas nos bairros de Curitiba:**

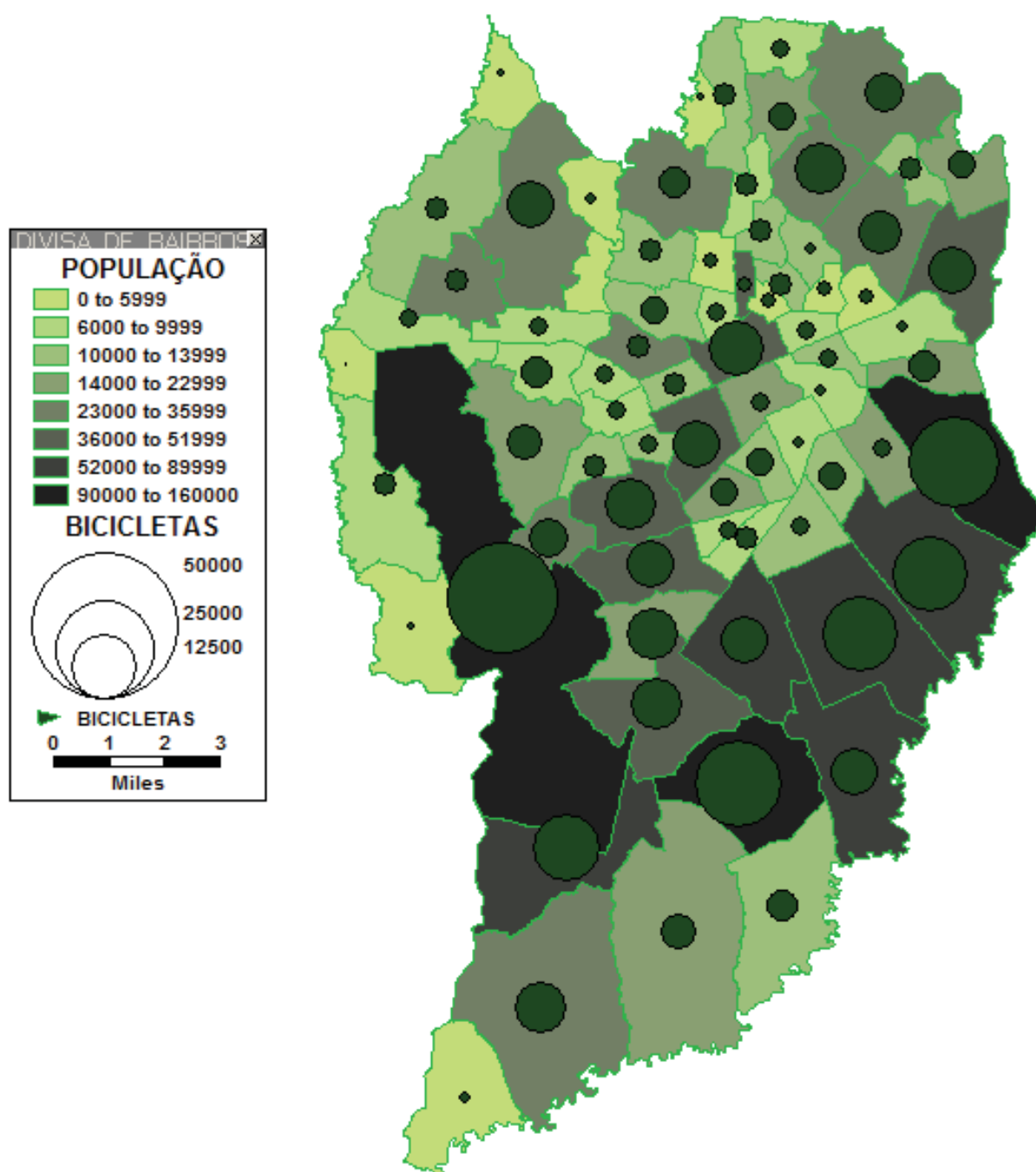
Diferente do caso dos automóveis a distribuição de moto apresentam uma distribuição mais compatível com a distribuição populacional, sendo possível observar que quanto maior a população do bairro mais motocicletas. Isso indica que quanto maior a imobilidade gerada pela concentração populacional, as alternativas por meios de transporte que ocupam menor espaço que os automóveis passam a ter maior uso. Observa-se também que as circunferências que representam a escala das motos são menores que a que representa automóvel.



(continuação)

**7- População e propriedade de bicicletas nos bairros de Curitiba:**

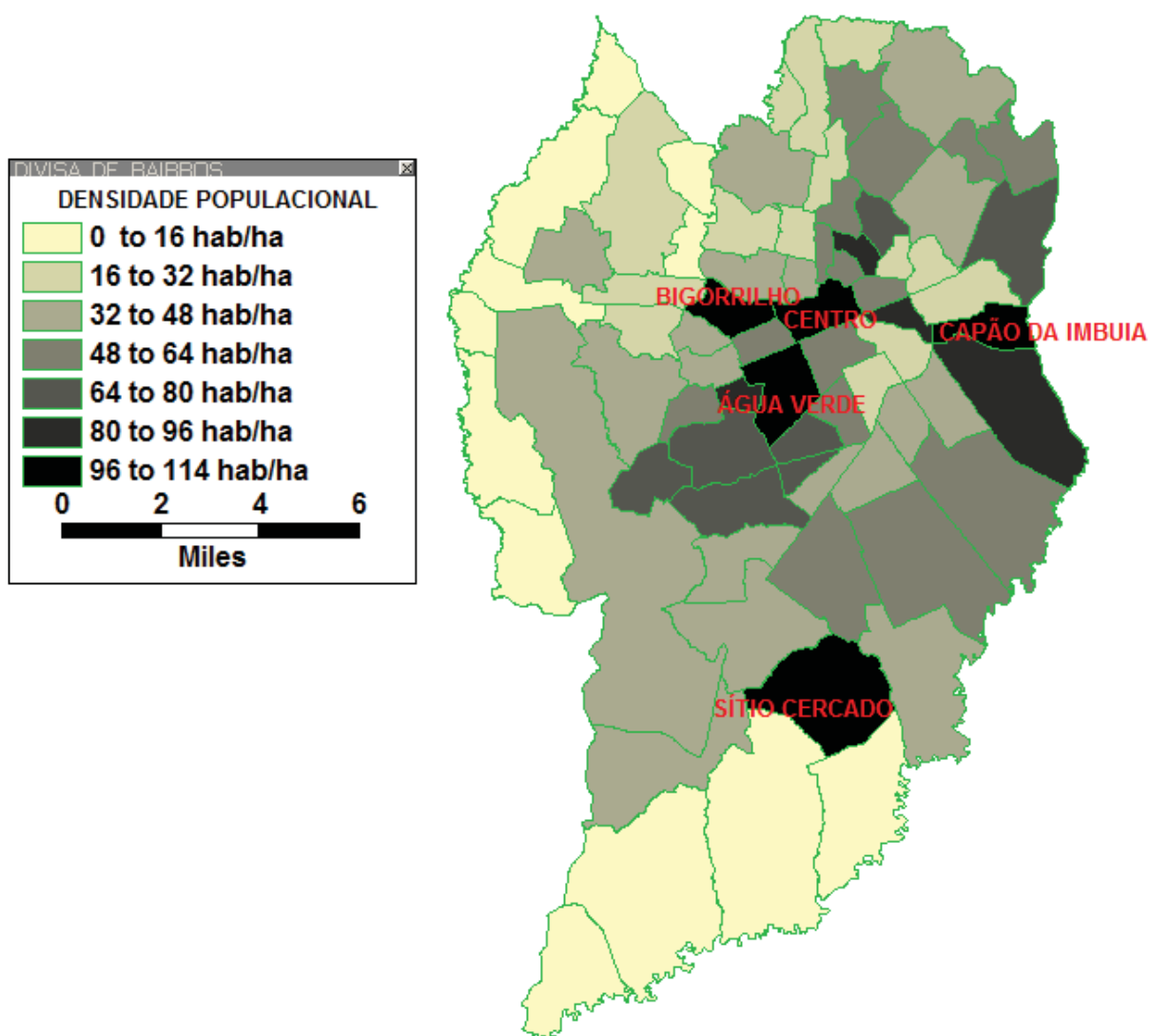
Similar ao caso das motos é bem visível que quanto mais populoso o bairro mais bicicletas ele apresenta. Observa-se que a escala das circunferências que indicam a propriedade é bem maior para as bicicletas dos que as motos na imagem anterior. Apesar disso, enquanto as motos compartilham o vasto sistema viário estabelecido para os automóveis, a infraestrutura disponível para bicicletas é bem mais restrita conforme será detalhado adiante no item 8.



(continuação)

**LEITURA 3 (ITEM 8 a 10) - OBSERVAÇÕES SOBRE A DENSIDADE DEMOGRAFICA E SUA RELAÇÃO COM A POSSE DE VEÍCULOS PARTICULARES:**

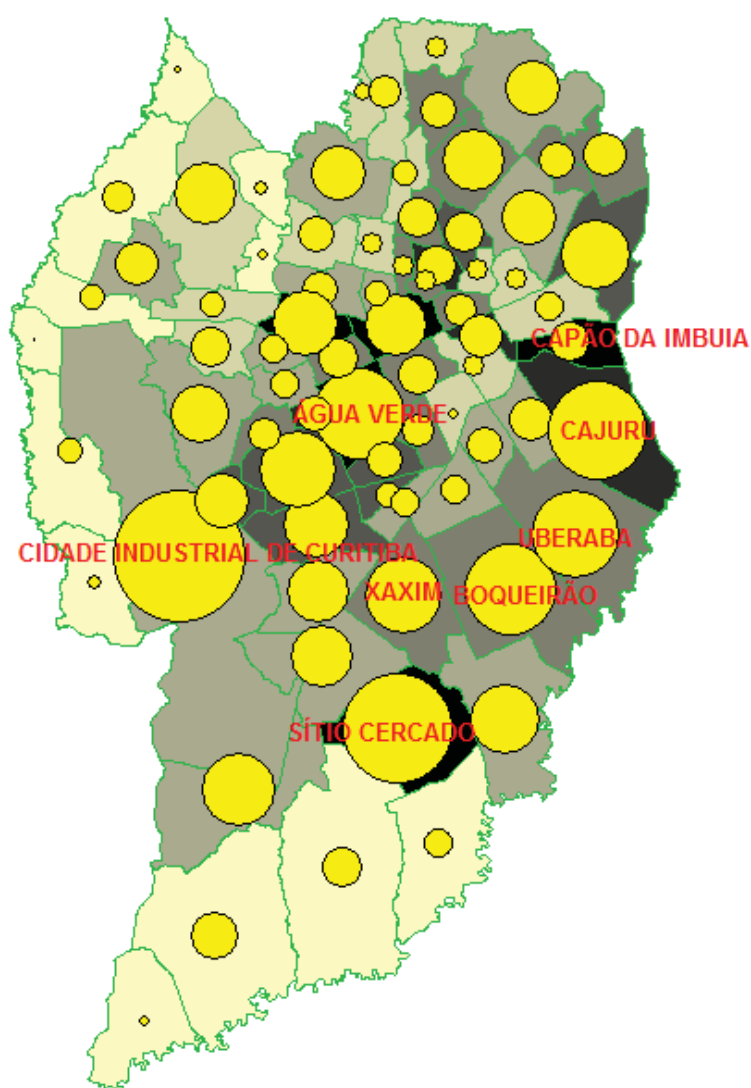
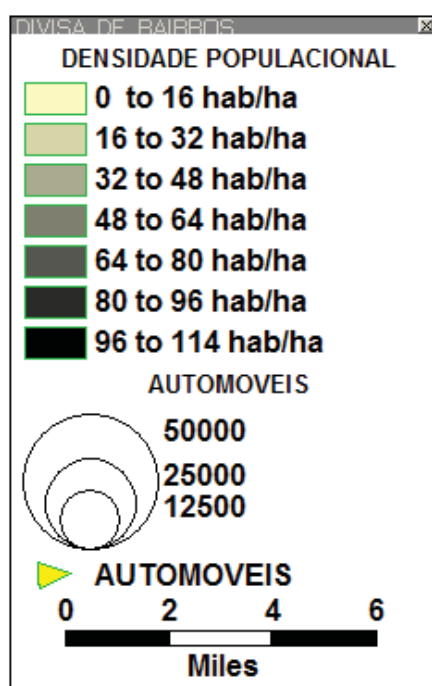
A densidade populacional é um dado que permite ter uma visão mais exata de como se distribui a população na cidade, pois leva em conta a área do bairro em questão e não somente o número absoluto da população. A imagem abaixo permite constatar que o maior adensamento populacional ocorre nos bairros Centro, Bigorrilho, Água Verde, Capão da Imbuia e Sítio Cercado.



(continuação)

**8- Densidade populacional e propriedade de automóveis nos bairros de Curitiba:**

Observa-se que não necessariamente aqueles bairros com maior densidade populacional apresentam maior posse de automóveis, por exemplo, caso da cidade industrial que tem uma posse elevada de veículos, mas uma faixa média de densidade ou o caso do Capão da Imbuia que possui uma elevada densidade populacional e mesmo assim a posse de automóveis baixa se comparada aos demais bairros.

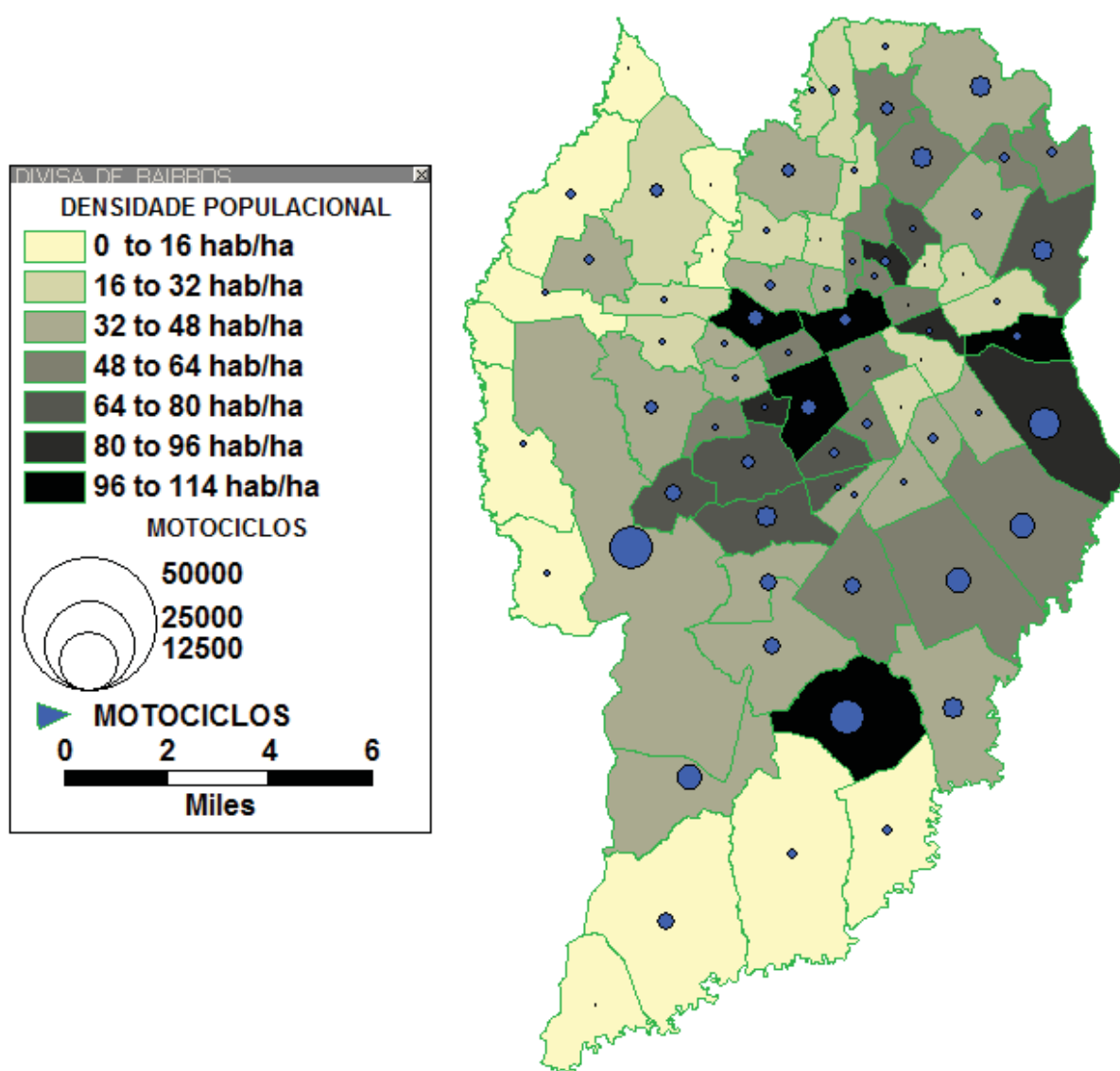




(continuação)

**9- Densidade populacional e propriedade de motos nos bairros de Curitiba:**

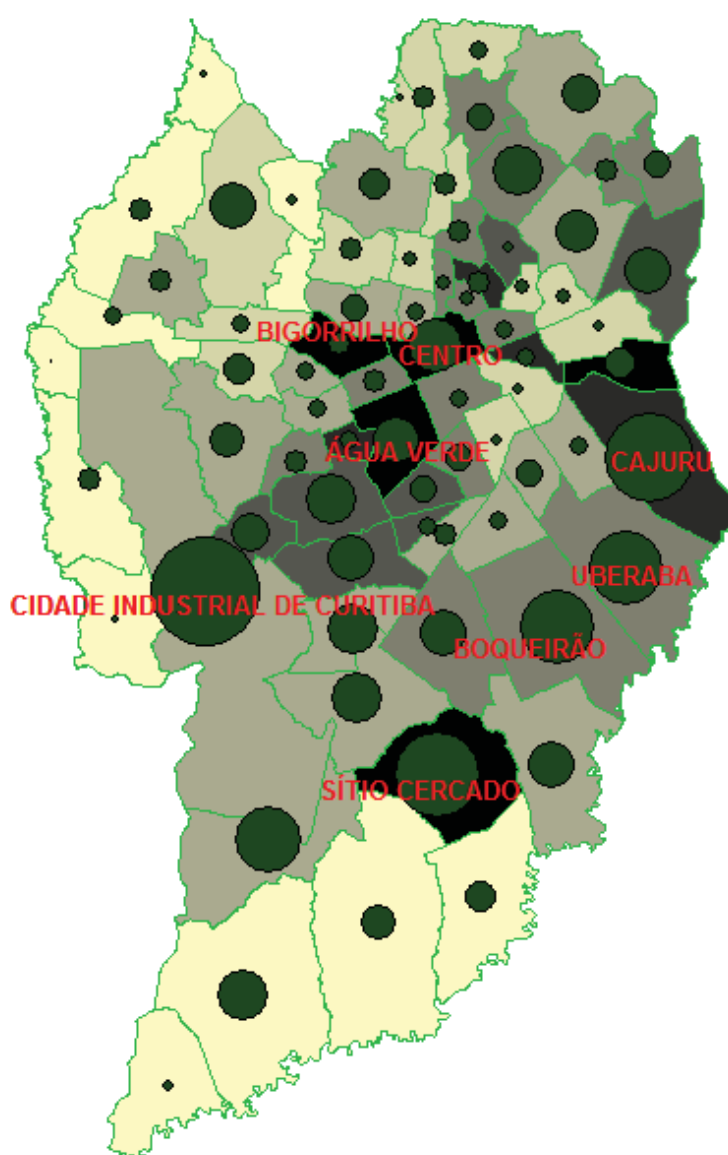
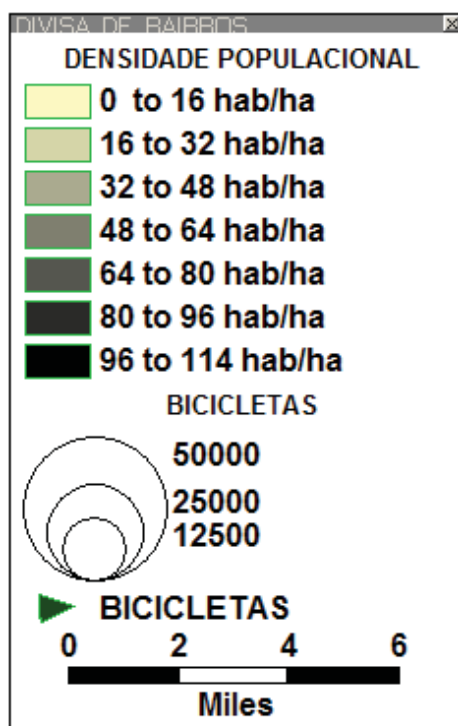
A propriedade de motos e densidade populacional não está diretamente associada. Percebe-se que não são necessariamente os bairros com maior adensamento que apresentam maior número de propriedade de motos.



(continuação)

**10- Densidade populacional e propriedade de bicicletas nos bairros de Curitiba:**

Algo similar é observado com as motos no item acima. A concentração da propriedade de bicicletas é maior em geral no contorno da região central. Apesar disso, Centro e água Verde, bairros bastante verticalizados e adensados também apresentam elevado número de bicicletas, fruto possivelmente da infraestrutura disponível.



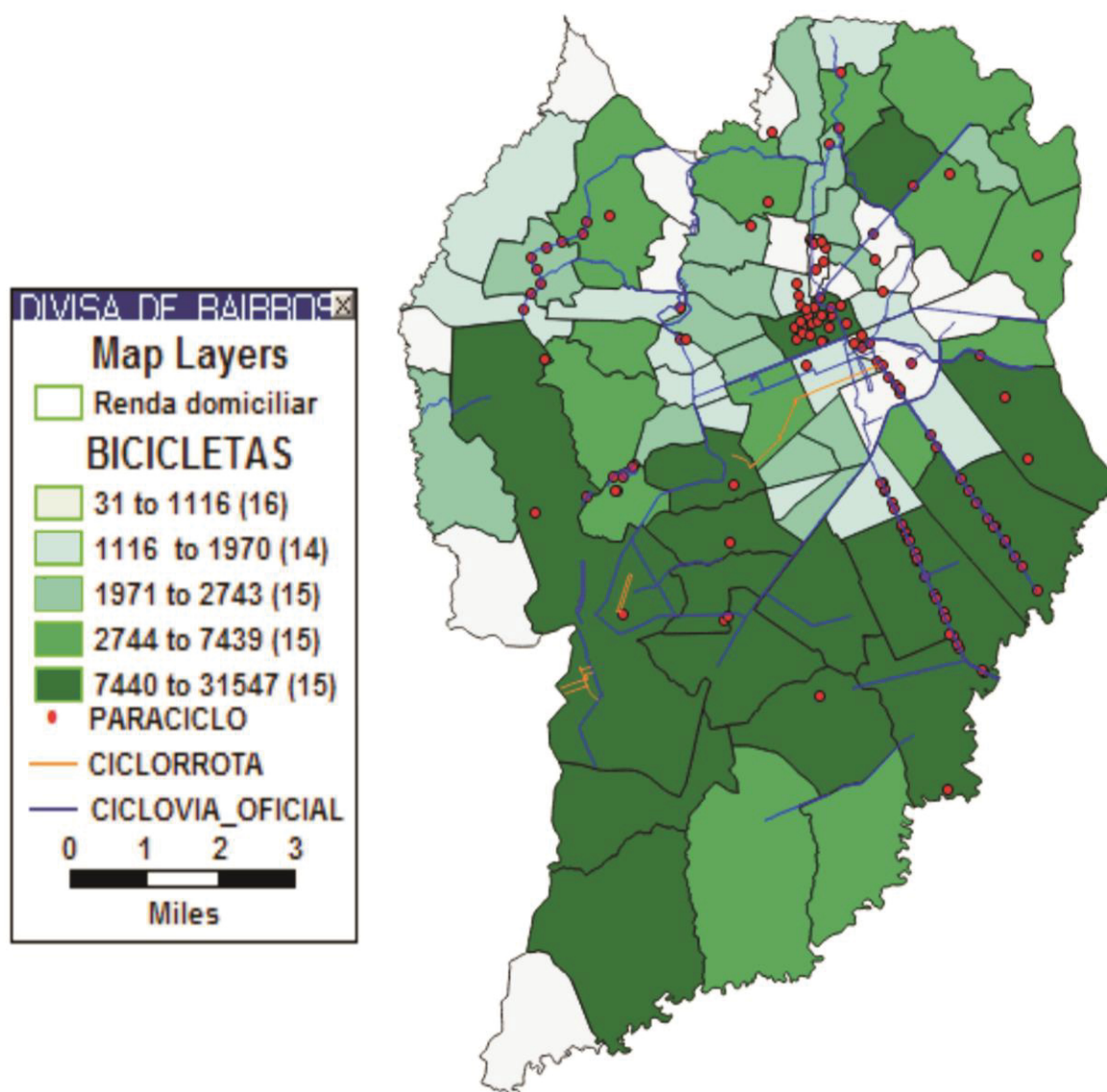
(continuação)

**LEITURA 4 (ITEM 11 a 12) - OBSERVAÇÕES SOBRE A INFRAESTRUTURA PARA BICICLETA:**

Relação entre a concentração de bicicletas nos bairros de Curitiba e a distribuição de infraestrutura relativa ao uso de bicicletas, tais como, ciclovias, ciclorrotas e paraciclos.

**11- Concentração de bicicleta por bairro como plano de fundo para infraestrutura para uso de bicicleta, ciclovias, ciclorrotas e paraciclos:**

Observa-se a formação de um cinturão ao redor dos bairros mais próximos ao centro, em que existe elevada propriedade de bicicletas. Apesar disso, diferente da região central, nessa área a infraestrutura voltada para uso de bicicleta é falha e mal conectada.

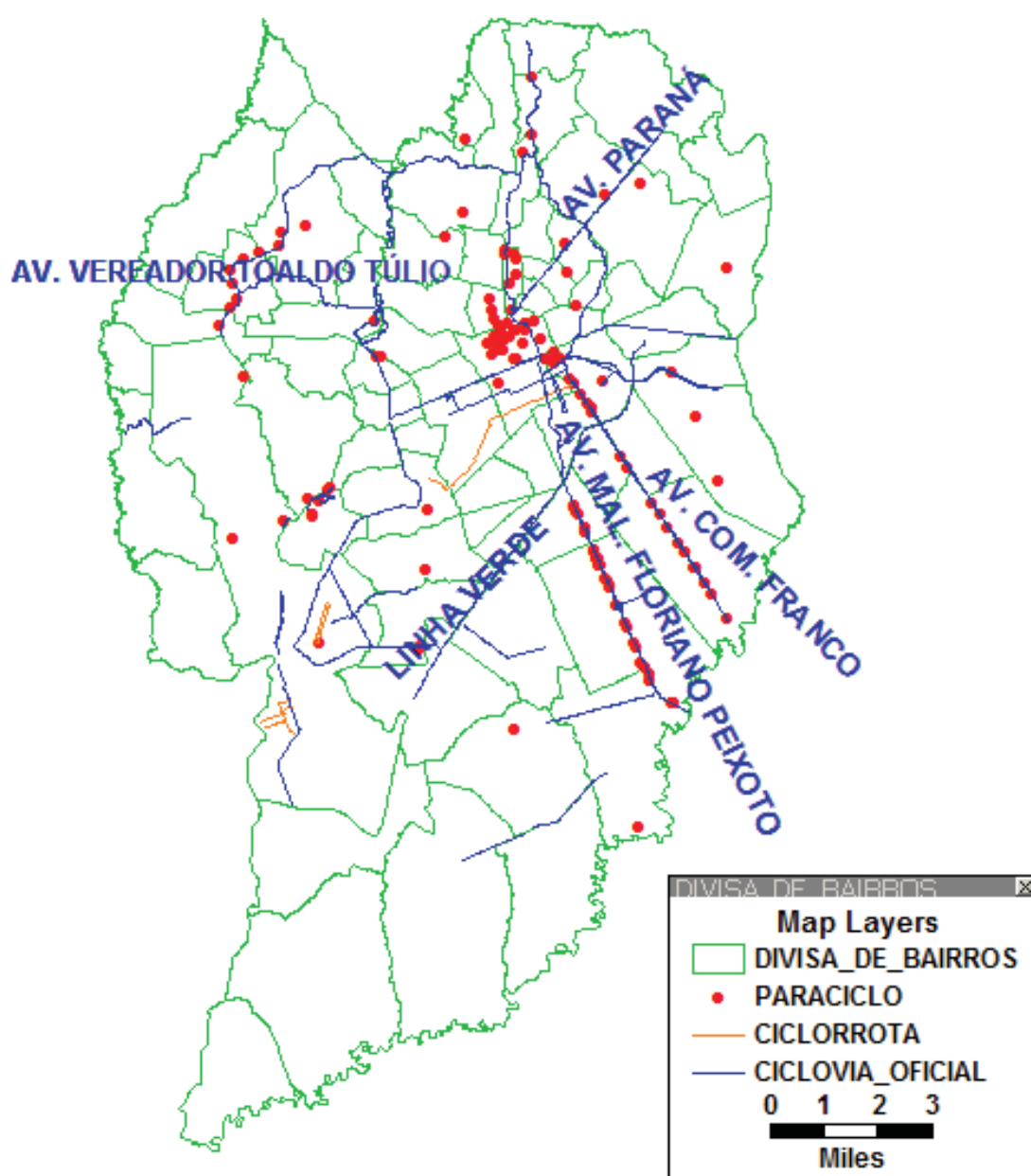


(continuação)

**12- Concentração de paraciclos:**

Observa-se a concentração de paraciclos basicamente na região central da cidade e nas ciclovias que acompanham a Av. Vereador Toaldo Túlio no bairro São Braz, Av. Comendador Franco que liga o centro ao Uberaba e Av. Marechal Floriano Peixoto que liga o centro ao Boqueirão.

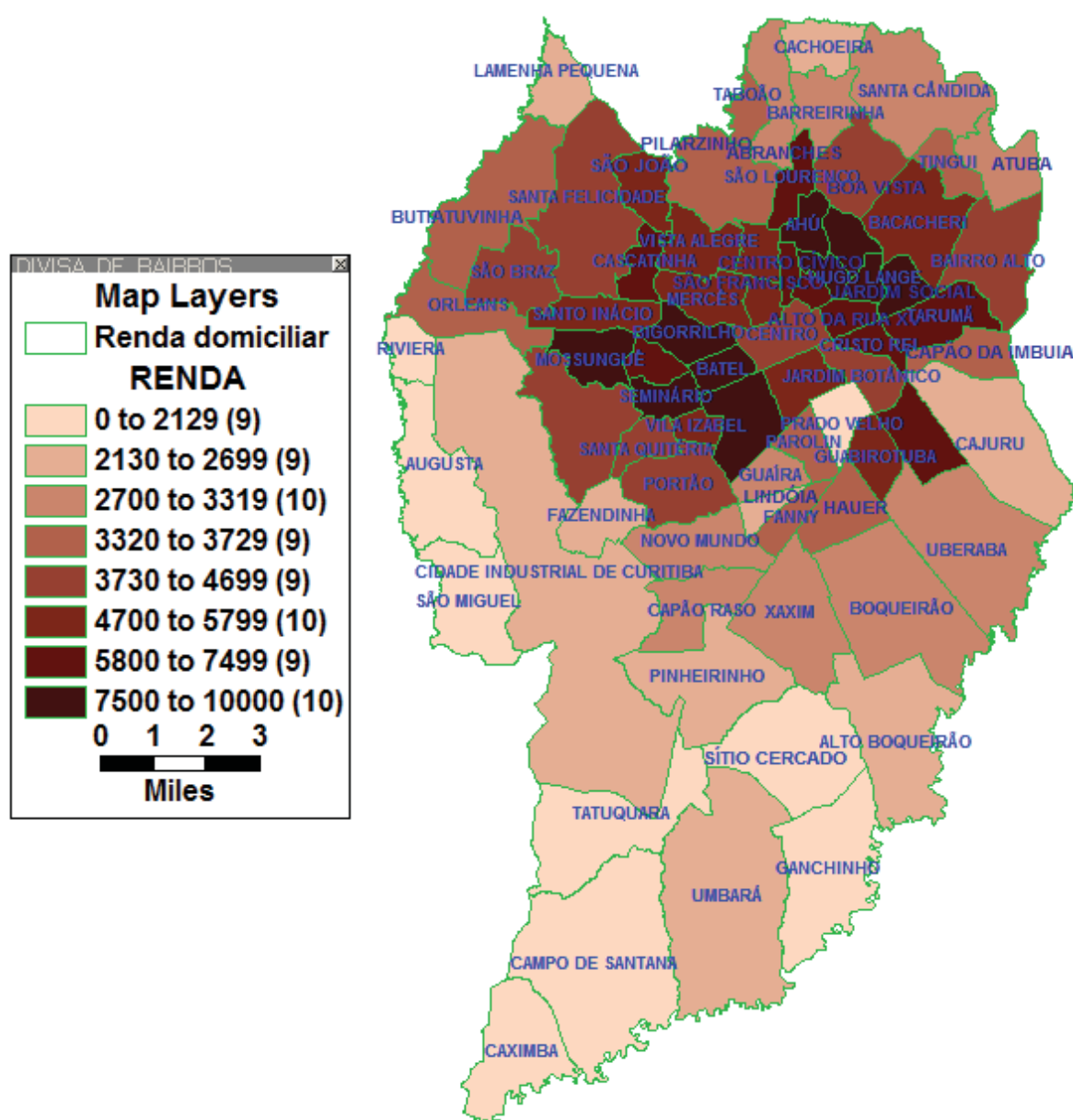
Nota-se que a linha verde, apesar de tratar do novo grande eixo de ligação da cidade e possuir ciclovias não apresenta local para parada de bicicleta mesmo havendo tubos de parada de BRT em toda sua extensão.



(continuação)

**LEITURA 5 (ITEM 13 a 17) - OBSERVAÇÕES SOBRE OS DEMAIS DADOS COLETADOS:****13- Renda por bairro:**

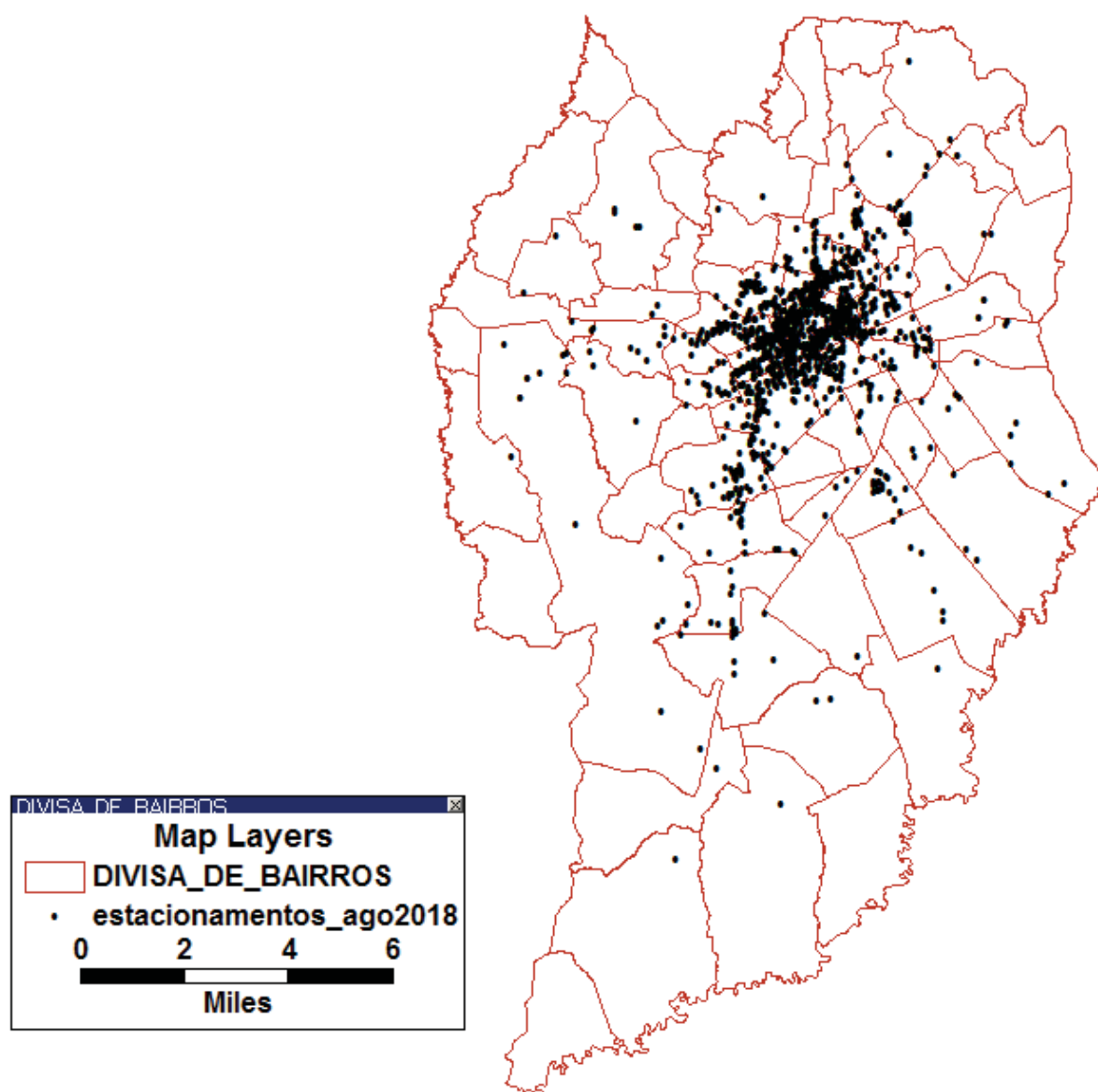
Observa-se que os bairros mais próximos ao bairro centro são aqueles que apresentam maior renda média por domicílio.



(continuação)

**14- Distribuição de estacionamentos na cidade de Curitiba:**

Cada um dos pontos representa um dos 1398 alvarás de estacionamento em funcionamento no ano de 2018 na cidade de Curitiba. Observa-se que é na região do centro e bairros adjacentes que a concentração de estacionamentos é maior.

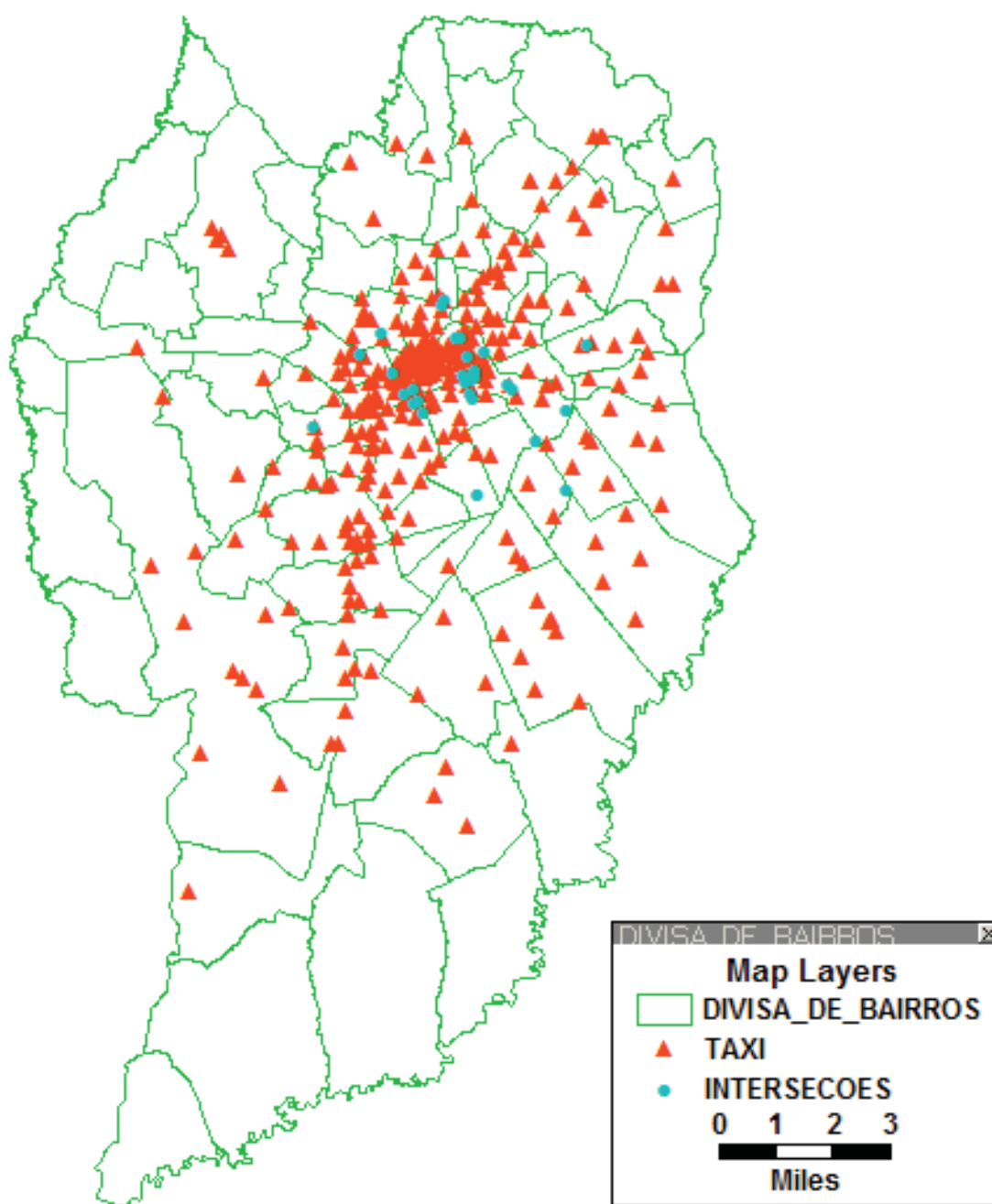




(continuação)

**15- Distribuição das interseções com maior volume de tráfego na cidade de Curitiba e pontos de táxi:**

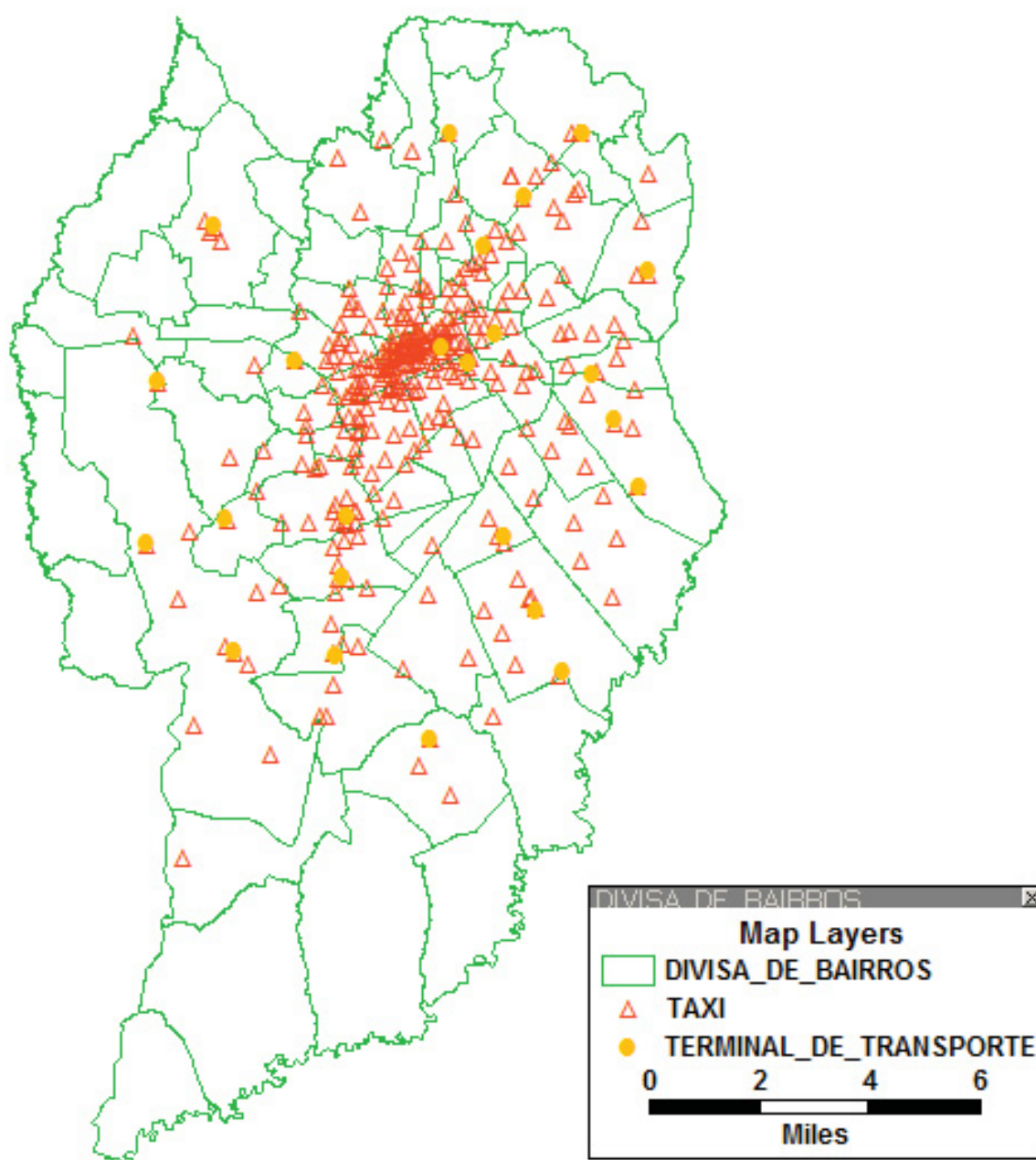
É visível que a maior demanda por táxi ocorre na região central da cidade, e conforme se afasta do núcleo vai apresentando uma distribuição cada vez menor. Com relação aos cruzamentos com maior volume de tráfego, estes também ocorrem na região central e adjacências. Isso mostra, no geral, que ainda é a região central o origem/destino principal para os deslocamentos, abrigoando a maior circulação de pessoas e veículos.



(continuação)

**16- Distribuição dos terminais de ônibus da cidade de Curitiba e pontos de táxi:**

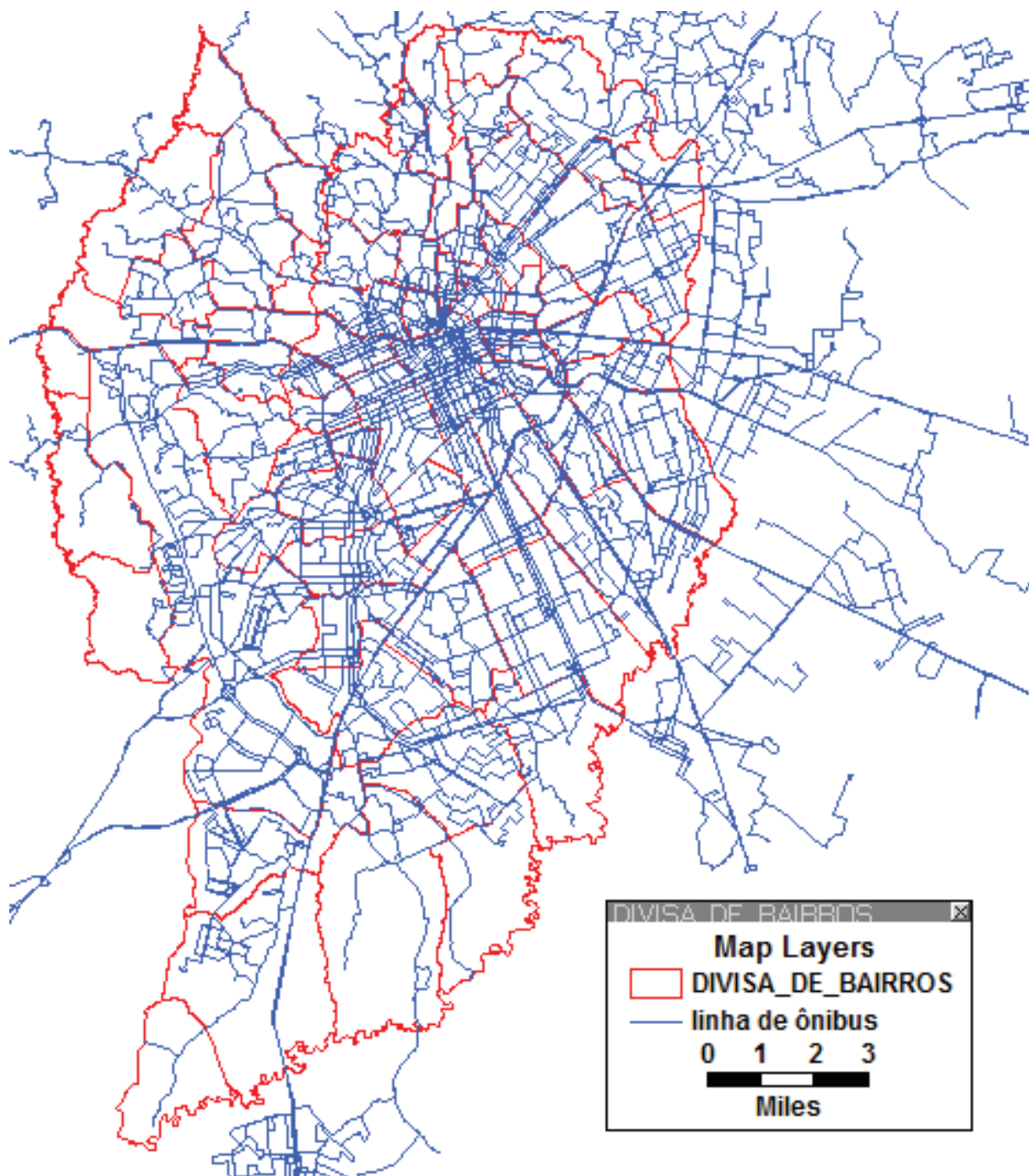
Todo o terminal de ônibus conta com ao menos uma parada de táxi em um perímetro bastante próximo ao mesmo.



(conclusão)

**17- Distribuição das linhas de ônibus:**

As linhas de ônibus apresentam uma boa cobertura do perímetro da cidade e de forma mais intensa na região central. Apresenta ligação para além do perímetro da cidade com a RMC - Região Metropolitana de Curitiba.



FONTE: A autora (2019).

Dos apontamentos levantados pela tabela, para a proposta podem ser elencados os seguintes aspectos:

- a) Entre veículos particulares em Curitiba o automóvel é o mais usado. É importante que a proposta torne atrativa a troca do modal, por transportes públicos ou meios não motorizados;
- b) Motos são mais usadas pela população das áreas com maior IVS, situadas principalmente na área de contorno aos bairros mais centrais e imediatamente adjacentes, portanto sua escolha parece associada ao custo desse tipo de veículo;
- c) Existe uma parcela significativa de bairros que apresentam propriedade elevada de bicicletas e pouca infraestrutura para uso destas. É necessário melhorar a infraestrutura disponível para aumentar o uso desse tipo de modal;
- d) Bairros com a população em números absolutos mais elevados se concentram em um cinturão que contorna a região central e adjacências. Por consequência em números absolutos, veículos particulares predominam nessa área. Para não gerar um estrangulamento do trânsito causado por esses veículos se deslocando em direção a região central é necessário tornar o transporte público e não motorizado mais atrativo;
- e) Bairros que apresentam maior densidade demográfica não necessariamente apresentam maior propriedade de veículos particulares. Desse fato pode-se extrair a seguinte informação, tomando como exemplo o bairro centro, bairro com alta densidade demográfica para os padrões curitibanos e posse de veículos particulares que não se apresenta tão elevada, a causa provável é o fácil acesso a todo tipo de serviço e infraestrutura urbana oferecida pela cidade;
- f) Pelos dados que os táxis e estacionamentos representaram, é possível perceber que, em geral, parcela significativa de deslocamentos da cidade ocorre em direção à região central, pois a maior parte dos pontos de táxi e estacionamentos se encontram distribuídos nessa área. A proposta deve focar em fazer com que os deslocamentos que se direcionam a essa área sejam preferivelmente realizados em modais públicos e não motorizados.

### 3.5.2 Elaboração da proposta multimodal de Curitiba

Os locais identificados inicialmente como adequados têm seleção com base nas interseções entre área de alcance de 300 metros de cada modal envolvido, sendo que quanto maior a variedade modal das interseções, maior a prioridade do local para ser selecionado como potencial ambiente para acomodar estrutura física.

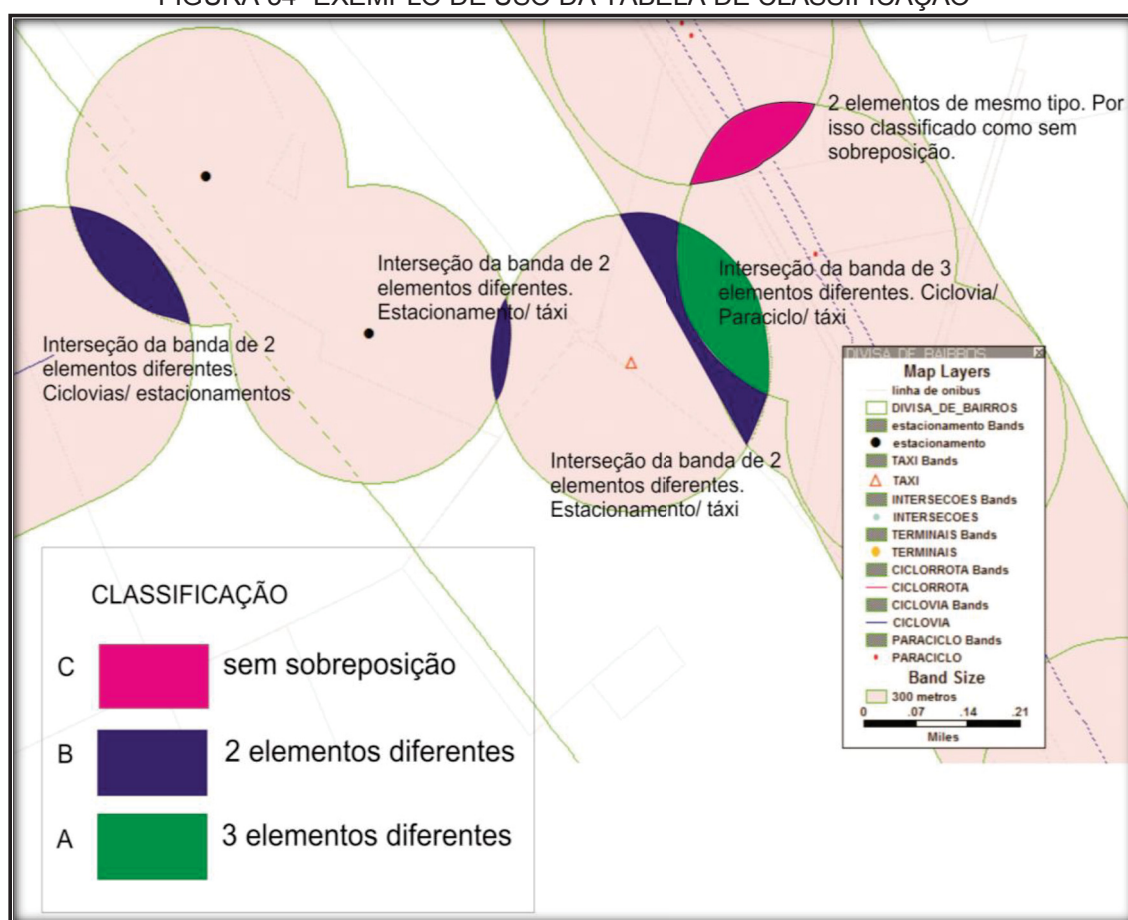
QUADRO 9- CLASSIFICAÇÃO DOS LOCAIS IDENTIFICADOS

<b>Quantidade de sobreposições de área de influencia</b>	<b>Classificação prioridade</b>	<b>Função</b>
<b>Sem sobreposição</b>	C	Descarte
<b>2 elementos</b>	B	Regular
<b>3 elementos</b>	A	Adequado

FONTE: A autora (2019).

O quadro 9 apresenta o critério para avaliação das interseções obtidas com o Transcad. Segundo a classificação proposta, “C” descarta o local por falta de proximidade entre modais diferentes que gera impedância e consequente dificuldade na articulação do transbordo. Os classificados como “B”, que tem ao menos dois modais diferentes dentro da faixa de interseção, são considerados regulares e não são imediatamente descartados. Aqueles classificados como “A”, têm ao menos 3 modais diferentes nas faixas de interseção e são os mais adequados a participarem da proposta com relação ao quesito das distâncias (FIGURA 34).

FIGURA 34- EXEMPLO DE USO DA TABELA DE CLASSIFICAÇÃO



FONTE: A autora (2019).

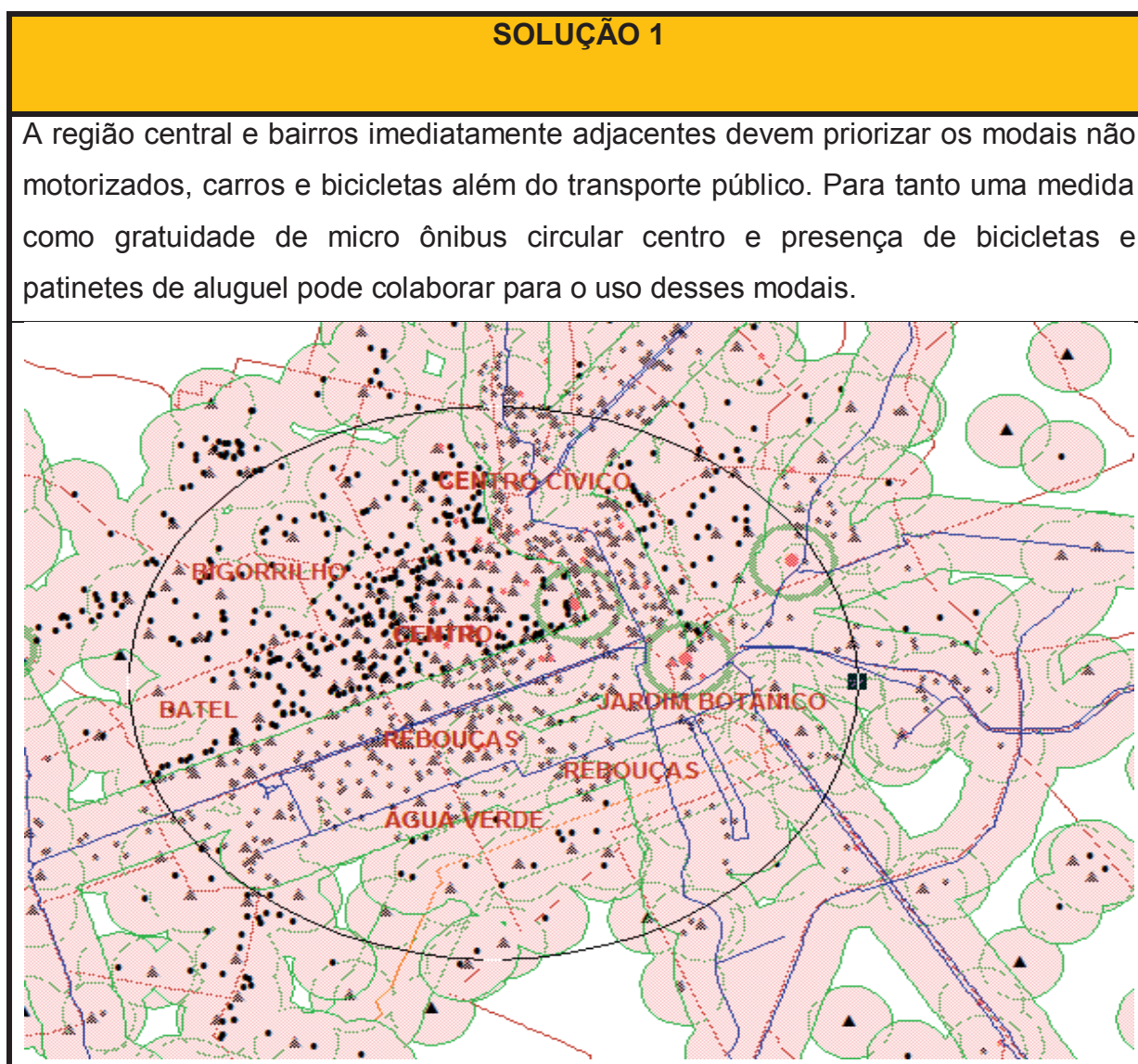


## 4 RESULTADOS

Selecionados os pontos de interseção de modais de transporte, eles foram categorizados em A, B ou C, conforme suas características. Para sincronizar a avaliação de acessibilidade aplicada e as análises realizadas anteriormente, a proposta foi elaborada baseada em diferentes frentes de solução. A seguir, o modelo proposto para a viabilização do transporte multimodal na cidade de Curitiba. As diferentes frentes de solução previstas estão elencadas e detalhadas no quadro 10.

QUADRO 10- PROPOSTA PARA CURITIBA

(continua)



(continuação)

**Atualmente:** A cidade conta com micro ônibus com custo da passagem de R\$ 3,00 e apresenta, em fase inicial de implantação, sistemas de compartilhamento de bicicleta e patinetes.



**No Futuro:** Com a aplicação da proposta, circular centro circulando gratuitamente e pontos de compartilhamento de bicicletas e patinetes espalhados por toda a região de abrangência.



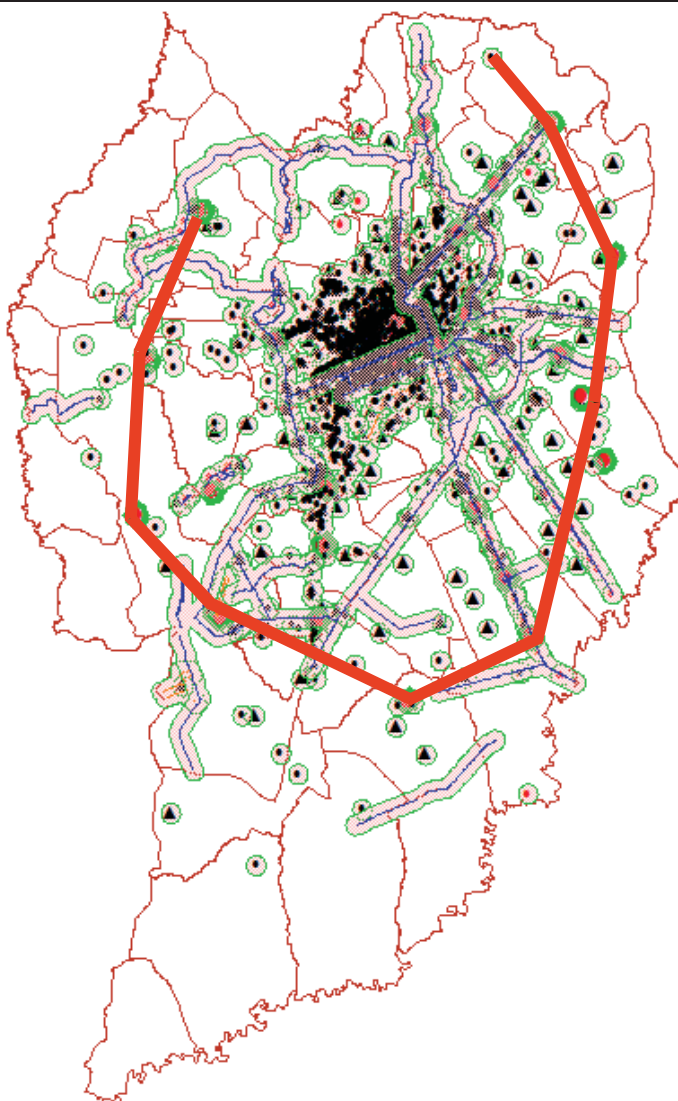


(continuação)

**SOLUÇÃO 2**

Nas regiões que apresentam o menor IVS e alta concentração de motos, a linha em destaque indica o entorno que passa por pontos selecionados pelo Transcad, especificamente aqueles que estão associados à presença de terminais de ônibus.

Para esses locais selecionados, estacionamentos que associem o pagamento do uso do serviço para motos e automóveis ao custo do passe de ônibus, a fim de gerar interesse na população pela troca de modal. Para as bicicletas, a cobrança não seria realizada. Essa medida visa a troca modal entre veículos particulares para público e incentivo ao uso da bicicleta.



(continuação)

**Atualmente:** Exemplo de terreno que poderia ser usado com essa finalidade, localizado ao lado do terminal Capão Raso.



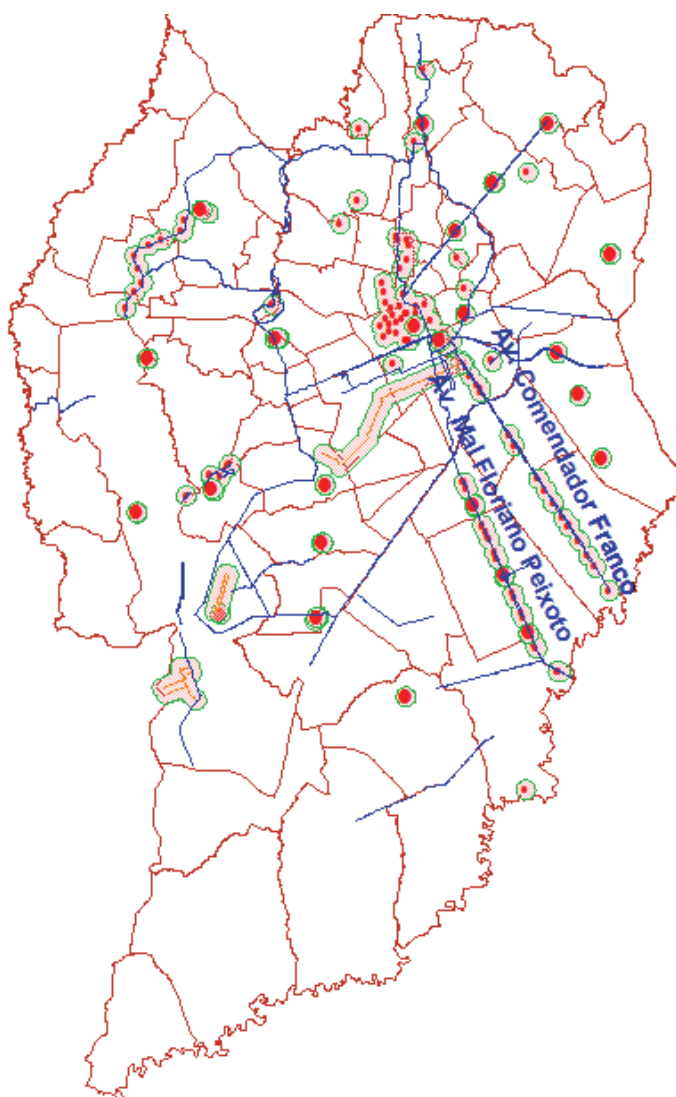
**No Futuro:** Com a aplicação da proposta, terrenos adjacentes aos terminais de ônibus seriam utilizados para sediar estacionamentos, cujo pagamento seria unificado ao bilhete de ônibus para carros e motos. Bicicletas seriam isentas de pagamento.



(continuação)

**SOLUÇÃO 3**

Nas Av. Comendador Franco e Av. Mal. Floriano Peixoto, grande número de interseções identificadas no Transcad como “A” e “B”, através da medição de acessibilidade que caracterizam posições de paraciclos, ciclovias e ônibus, relacionadas a infraestrutura de transporte para bicicletas e linhas de ônibus, indicam a necessidade de conectar esses dois modais. Substituição do modelo atual, composto por paraciclos que não oferecem segurança contra furto para um novo que ofereça maior segurança. Não faz parte da presente pesquisa o desenvolvimento técnico de tal modelo.

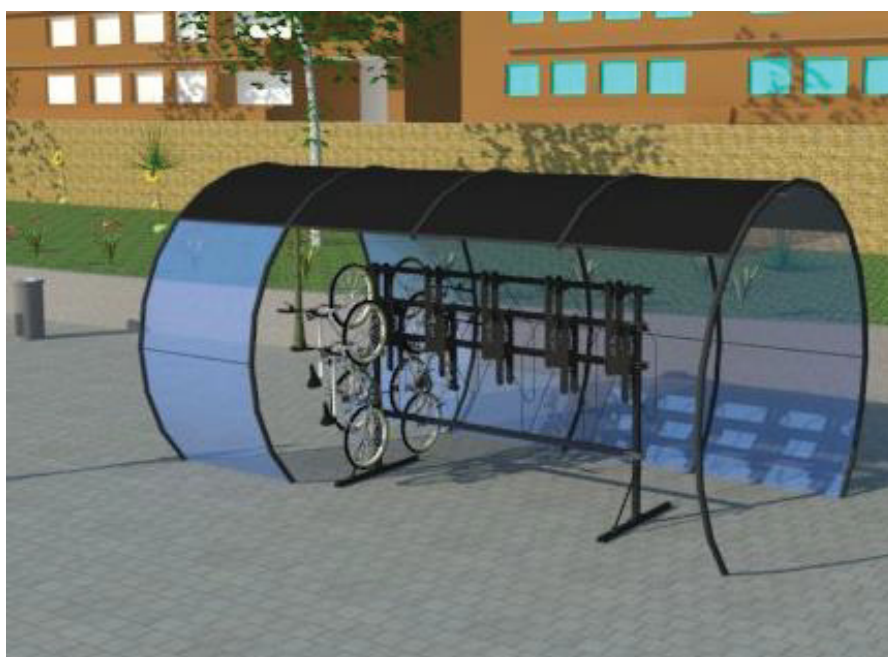


(continuação)

**Atualmente:** Av. Marechal Floriano Peixoto e o atual modelo de paraciclos existente em toda sua extensão.



**No Futuro:** Algum tipo de automação que permita somente o proprietário retirar a bicicleta do local. Estrutura que permita o estacionamento de bicicletas ser fechado por completo.

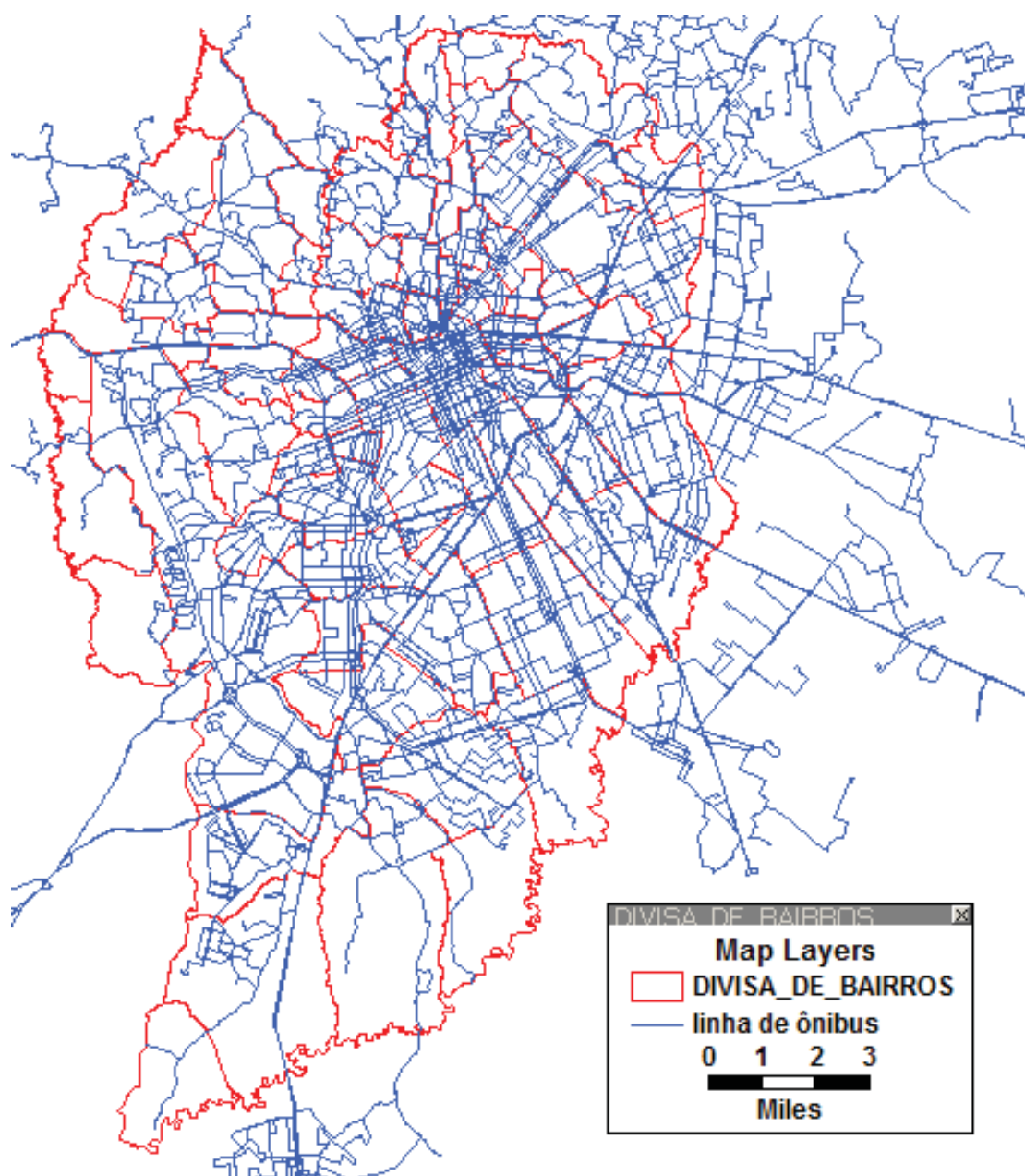




(continuação)

**SOLUÇÃO 4**

Atualmente as linhas de ônibus apresentam uma cobertura adequada, entretanto, para realizar conexões intramodais ônibus/ônibus, existe a necessidade de utilizar tubos ou terminais específicos. Esse contexto pode ser melhorado através da conexão tarifaria temporal, que funciona independente de estrutura física.



(continuação)

**Atualmente:** Existe uma série de conexões de ônibus de diferentes linhas com estações muito próximas que não podem ser realizadas sem o pagamento de nova passagem. Um exemplo é a Praça Tiradentes no centro de Curitiba, local que recebe uma variedade de ônibus alimentadores e ligeirinho no seu contorno.





(conclusão)

**No Futuro:** Com a aplicação da proposta, havendo a integração temporal os usuários de ônibus poderiam realizar conexões entre linhas diferentes de ônibus sem necessariamente precisar de estrutura física, tal como, terminais de ônibus.



FONTE: A autora (2019).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mobilidade urbana é determinante para a qualidade de vida das pessoas, apresentando-se como um desafio enfrentado atualmente por cidades no Brasil e no mundo. Os custos ambientais e econômicos nos centros urbanos são indicadores da complexidade do quadro que se agrava convergindo para a “imobilidade”.

Nesse sentido, desde o início do referencial teórico dessa pesquisa, que destacou a importância de planejar o crescimento das cidades pensando sua relação com o sistema de transportes, algumas sugestões interessantes na busca de soluções de mobilidade começaram a surgir. Evidenciou-se neste primeiro momento que a necessidade de planejamento urbano adequado não se constrói descolado do planejamento de transportes e vice-versa. Também ficou destacada a importância de serem consideradas as dimensões fundamentais dos sistemas de transporte ambiental, econômica e social.

Das dimensões elencadas, a dimensão social recebeu destaque nessa pesquisa. O que motiva esta situação é o fato de um país em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, que possui uma trajetória de surgimento das cidades ainda tão recente quando comparada a outras cidades no mundo, resultante de um processo de urbanização acelerado e desordenado como apontou Portugal (2017), culminou em cidades que concentram lado a lado realidades conflitantes.

Para tentar compensar as diferenças, possibilitando ao menos equidade no acesso ao transporte, o IVS mostrou-se como uma alternativa capaz de contextualizar essa relação, usado na etapa metodológica da pesquisa como fundo para a análise do sistema de transporte da cidade de Curitiba.

Seguindo na perspectiva de superar as dificuldades que impedem o uso do sistema de transporte, surgiu a necessidade de explorar os efeitos da acessibilidade e por consequência da multimodalidade. A acessibilidade, que ocorre em diferentes escalas de Macroacessibilidade, Mesoacessibilidade e Microacessibilidade, se relaciona com o conceito de multimodalidade, na medida em que é fator potencializador da interação das redes de transportes e usos do solo.

O conceito de multimodalidade, que assumiu o papel principal dessa pesquisa, prevê harmonizar diferentes modos de transporte, em função das opções modais disponíveis, procurando extrair o máximo que um sistema de transporte

pode oferecer antes de inserir novos modos de grande porte ou realizar investimentos financeiros isolados. Esse conceito considera também a importância da hierarquização dos modos de transporte, priorizando sempre os não motorizados sobre os motorizados e coletivos sobre privados. Por todos esses motivos apresentados, a multimodalidade tem atraído atenção de pesquisadores e cidades ao redor do mundo há algum tempo.

Experiências tanto em cidades no Brasil quanto experiências internacionais mostram que é possível melhorar a mobilidade através de medidas baseadas na mobilidade sustentável, que visam extrair o máximo de recursos já existentes. Um movimento constante no sentido de reverter o agravamento da crise que conduz a “imobilidade”.

Em Curitiba, apesar de lembrado na formulação das políticas, tal como, no Plano Diretor, a multimodalidade não foi colocada em ação segundo constatou Miranda (2010), com a aplicação do IMUS.

Com o objetivo de apresentar um caminho para reverter esse quadro, no capítulo 3, foi estruturado o sistema de transporte da cidade de Curitiba em Transcad, através do qual foi possível avaliar a composição deste com mais clareza, contextualizando as questões econômicas, por meio da renda média dos domicílios por bairro, sociais, por meio do IVS – Índice de Vulnerabilidade Social, além da questão populacional, por meio da população por bairro e densidade demográfica por bairro. Nesse mesmo capítulo, a aplicação de medida de acessibilidade, através da ferramenta *Bands* do Transcad, permitiu localizar onde com maior frequência se concentram modos diferentes de transporte separados por pequena distância.

Do sistema de transporte estruturado em Transcad também foi possível realizar a análise socioeconômica combinada a distribuição de infraestrutura e propriedade de veículos. Com ela foi possível observar, por exemplo, que a escolha do modal moto é muito mais presente em áreas de maior vulnerabilidade social e menor renda.

Da análise dos demais dados e informações inseridas no Transcad, destacou-se o fato de que a infraestrutura voltada para o uso das bicicletas se concentra principalmente fora da área onde a propriedade de bicicletas é maior. É necessário interligar a rede, principalmente interligar o bairro ao centro, através de infraestrutura cicloviária, inclusive como mecanismo de equidade de acesso ao transporte.

Antes de seguir para a proposta, a última tarefa listada através dos objetivos específicos foi atingida na pesquisa, identificar os locais para receber as medidas propostas. Para realizar esta tarefa foi necessário realizar uma classificação dos pontos de interseção entre modais diferentes, pois aqueles que dentro da proposta do raio de 300 metros, proposto por Ferraz e Torres (2004), pudessem contemplar o maior número de modais possível representa um maior potencial multimodal.

Partindo da combinação desse conjunto de informações, foi possível elaborar e apresentar uma proposta para de transporte multimodal para a cidade de Curitiba. A proposta do início ao fim se ateve ao fato de que um planejamento adequado deve contemplar todas as formas de transporte, dando aos veículos a importância compatível com o conceito de mobilidade que se pretende promover, nesse caso a mobilidade sustentável. Orientada para a esfera das conexões modais, também se manteve focada na interface de integração entre os modais.

A respeito da proposta para a região central, foi previsto o favorecimento de deslocamentos por modais não motorizados e transporte público. Para a região com IVS maior, que representa áreas de maior risco de vulnerabilidade social, a solução para o incentivo da troca modal é através da associação do custo do estacionamento com o custo do passe de ônibus, tornando o desembolso único.

Nas ciclovias já estabelecidas na Av. Mal. Deodoro e Av. Comendador Franco, a distribuição regular de paraciclos e pontos de ônibus permitem uma solução que visa atrair mais usuários de bicicleta, dando melhor suporte ao uso das mesmas por meio de paraciclos mais seguros contra furtos.

Por último, as linhas de ônibus que já apresentam uma cobertura adequada na cidade contemplam a proposta com a conexão tarifária temporal.

A partir do presente trabalho poderão surgir outros aprofundamentos específicos na esfera da mobilidade urbana sustentável, aproveitando outras ferramentas do software Transcad, como por exemplo, rotas e logística na roteirização de linhas de ônibus ou proposição de circuitos de infraestrutura para bicicletas melhor conectadas. Outra opção seria um estudo econômico, para quantificar os recursos financeiros necessários para tornar possíveis os deslocamentos multimodais em uma cidade.

Desta forma, conclui-se que a proposta multimodal para a cidade de Curitiba, possui potencial para contribuir com a mobilidade sustentável, aproveitando



elementos já existentes ou complementando a infraestrutura, mantendo a cidade no curso da constante busca por inovação no sistema de transporte eficiente.

## REFERÊNCIAS

- AGOSTINI, S. H. **Estrutura espacial urbana e mobilidade: o caso da Região Metropolitana de São Paulo**. 2015. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- AMANTE, A. T. P. T. **Medidas de acessibilidade no sistema de planejamento urbano português**. Tese de doutorado - Programa de planejamento do território e ambiente. Universidade do Porto. Porto. 2017.
- ANTP. **Mobilidade e cidadania**/ Associação Nacional de Transportes Públicos; Coordenadores: Afonso. N. S., Badini. C., Gouvêa. F. São Paulo. 2003.
- ANTP. **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana Relatório Geral 2014**. 2016 a.
- ANTP. **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana-Relatório comparativo 2003/2014**. 2016b.
- ASHER, F. **Os novos princípios do urbanismo**. São Paulo: Romano Guerra, 2010.
- ASSOCIAÇÃO TRANSPORTE ATIVO. **Pesquisa nacional do perfil do ciclista**. Disponível em: <<http://ta.org.br/perfil/ciclista18.pdf>> Acesso em: 20 jan 2019.
- AZEVEDO FILHO, M. A. N. **Análise do processo de planejamento de transportes com contribuição para a mobilidade sustentável**. Tese (Doutorado)- Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transporte, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.
- BICYCLEINNOVATIONLAB (2017). Disponível em: <http://bicycleinnovationlab.dk/wp-content/uploads/2017/05/version0.jpg>>. Acesso em: 10 mai 2018.
- BNDES. **Cartilha de Cidades**. Disponível em: < <https://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/db27849e-dd37-4fbd-9046-6fda14b53ad0/produto-13-cartilha-das-cidadespublicada.pdf?MOD=AJPERES&CVID=m7tz8bf>> Acesso em: 03 abr 2018.
- BOOZ, A. **Integrating Australia's Transport Systems: A Strategy for an Efficient Transport Future**. Infrastructure Partnership Austrália. 2012.
- BRASIL (1997). Lei Federal Nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. **Código de Trânsito brasileiro - CTB**. 1997.
- BRASIL (2001). Lei Federal Nº10. 257, de 10 de julho de 2001. **Estatuto da Cidade**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 jul 2001.

CHOI, K. **The Implementation of an Intergrated Transportation Planning Model with GIS and Expert Systems for Interactive Transportation Planning**. Tese de doutorado. Illinois, Estados Unidos. 1993.

COSTA, M. da S. **Um índice de mobilidade urbana sustentável**. Tese de doutorado. São Carlos. Universidade de São Paulo. 2008.

COSTA, M. da S; SILVA, A. N. R. **Curitiba, São Paulo ou Brasília: qual o caminho para mobilidade urbana sustentável**. 19º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito. Brasília, DF. 2013.

CURITIBA (2015). Lei Nº14. 771, de dezembro de 2015. **Plano diretor de Curitiba**. Curitiba, PR. 2015.

DETRAN. **Frota de veículos cadastrados por municípios e tipo, Paraná - posição em fevereiro – 2019**. Disponível em: <[http://www.detran.pr.gov.br/wpcontent/uploads/2019/03/FROTA\\_FEVEREIRO\\_DE\\_2019.pdf](http://www.detran.pr.gov.br/wpcontent/uploads/2019/03/FROTA_FEVEREIRO_DE_2019.pdf)> Acesso em: 22 mai 2019.

DTP. **Sistema integrado de transporte público em Santiago**. Disponível em: <<https://translate.google.com.br/translate?hl=pt-BR&sl=es&tl=pt&u=https%3A%2F%2Fwww.dtpm.cl%2Findex.php%2Fsistema-integrado&anno=2>> Acesso em: 10 fev 2017.

FERRAZ, A. C. P.; TORRES. I. G. E. **Transporte público urbano**. São Paulo: Rima 2004.

GEOLOGISTICA. Disponível em: <<https://www.geologista.com.br/Transcad>> Acesso em: 18 fev 2018.

MOBILETIME. **Patinetes elétricos da Grin chegam a Curitiba**. Disponível em: <<https://www.mobiletime.com.br/noticias/22/02/2019/patinetes-eletricos-da-grin-chegam-a-curitiba/>> Acesso em: 19 jan 2019.

IBAM. **Mobilidade e política urbana: subsídios para uma gestão integrada** / Coordenação de Lia Bergman e Nidia Inês Albessa de Rabi. – Rio de Janeiro: IBAM; Ministério das Cidades, 2005.

IBAM. **Mobilidade urbana no planejamento da cidade**. Disponível em: <[http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/mobilidade\\_urbana.pdf](http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/mobilidade_urbana.pdf)> Acesso em: 07 dez 2017.

IBGE. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>> Acesso em: 13 set 2017.

IBGE. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/pmrg/faq.shtm#12>>. Acesso em: 15 mai 2018 a.

IBGE. Disponível em:

<[https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default\\_topo\\_int.shtm?c=1](https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_topo_int.shtm?c=1)>  
Acesso em: 28 jan 2018 b.

IBGE. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/curitiba/panorama>>.  
Acesso em: 17 jan 2019.

IMTT. Guia para a Elaboração de Planos de Mobilidade e Transportes. I. d. M. e. d. Transportes (Ed.). Lisboa. 2011.

IPEA. Mobilidade urbana sustentável: conceitos, tendências e reflexões. Brasília-DF. 2016.

IPEA. **O Atlas - Atlas da vulnerabilidade social nos municípios e regiões metropolitanas brasileiras**. Disponível em:  
<<http://ivs.ipea.gov.br/index.php/pt/sobre>>. Acesso em: 03 jan 2019.

IPPUC – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba. **Projeto Linha Direta Norte-Sul- Ligeirão. Curitiba**: IPPUC, 2007.

IPPUC. Disponível em: <<http://ippuc.org.br/geodownloads/geo.htm>>. Acesso em: 12 11 fev 2018.

IPPUC. **Pesquisa Origem Destino**. Pesquisa Domiciliar (bairros de Curitiba). Disponível em:  
<[http://www.ippuc.org.br/visualizar.php?doc=http://admsite2013.ippuc.org.br/arquivos/documentos/D536/D536\\_001\\_BR.pdf](http://www.ippuc.org.br/visualizar.php?doc=http://admsite2013.ippuc.org.br/arquivos/documentos/D536/D536_001_BR.pdf)>. Acesso em: 03.jan.2019

KAGAN, H., ROSSETO, C. F., CUSTÓDIO, P. S., MARTINS, W.C. **Uso de Sistema de Informações Geográficas no Planejamento de Transportes**. Anais do VI Congresso da Associação Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes - ANPET, Rio de Janeiro, Brasil. 1992.

LITMAN, T. **Introduction to Multi-Modal Transportation Planning**. Victoria Transport Police Institute. Victoria. Canadá. 2017.

Liu, S., & Zhu, X. **An Integrated GIS Approach to Accessibility Analysis. Transactions in GIS**. 2004.

MAGUIRE, D. J. **An Overview and Definition of GIS**. MAGUIRE D. J., GOODCHILD M. F., RHIND, D. W. Geographical Information Systems, Inglaterra, Reino Unido, 1991.

MCIDADES. PlanMob: **Caderno de referência para elaboração de plano de mobilidade urbana**. Brasília: Ministério das cidades, Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana- SeMob, 2015.

MIRANDA, H. de F. **Mobilidade urbana sustentável e o caso de Curitiba**. Dissertação de mestrado. São Carlos, Universidade de São Paulo. 2010.

MOBILIZE. **Hong Kong: um lugar sem chão?**. Disponível em: <<http://www.mobilize.org.br/blogs/cidade-ativa/sem-categoria/hong-kong-um-lugar-sem-chao/>> Acesso em: 7 fev 2018a.

MOBILIZE. **Copenhague, a capital verde europeia 2014**. Disponível em: <<http://www.mobilize.org.br/noticias/5039/copenhague-a-capital-verde-europeia-de-2014.html>> Acesso em: 10 fev 2018b.

MOBILIZE (2013). **Viena, destino mobilidade**. Disponível em: <<http://www.mobilize.org.br/noticias/4500/viena-destino-mobilidade.html>> Acesso em: 08 dez 2018c.

MOBILIZE. **SP quer encerrar mandato com R\$ 8 Bi em metrô e Trens**. Disponível em: <<http://www.mobilize.org.br/noticias/2657/sp-quer-encerrar-mandato-com-r-8-bi-em-metro-e-trens.html>> Acesso em: 10 fev 2018d.

MORATO, M. Bogotá – **Um conceito de transporte público que vai além de veículos de transporte de massa**. Universidade São Judas Tadeu (USJT), mestrado em arquitetura e urbanismo, revista eletrônica de arquitetura e urbanismo. Nº 13.2015.

MOURELO, A. C. A. **Uno sistema de indicadores para avanzar en la movilidad sostenible**. In: CONGRESO DE INGENIERIA DEL TRANSPORTE, 5, 2002. Madrid. Espanha. 2002.

NERIS, D. F.; BERNARDIS, M. A. P. ; PLAZA, C. V. ; FERRAZ, A. C. P. **Estratégias de Análise da Acessibilidade no Campus Centro Politécnico da UFPR**. In: XXVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes - ANPET, 2014, Curitiba. Anais do XXVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes - ANPET, 2014.

NES, R. V. **Design of multimodal transport networks A hierarchical approach**. Escola de pesquisa Trail da Holanda. 2002.

NETO, D. A. **Política de planejamento de transportes e desenvolvimento urbano: considerações sobre a cidade de Florianópolis**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES. **IBEU – Índice de Bem-Estar Urbano**. Disponível em: <<http://ibeu.observatoriodasmetrolopes.net.br/>> Acesso em: 18 jan 2019.

PIANUCCI, M. N. **Análise de acessibilidade do sistema de transporte público urbano. Estudo de caso na cidade de São Carlos- SP**. Tese de Mestrado. Programa de Pós graduação em Engenharia de Transportes. São Carlos. Universidade de São Paulo. 2011.

PINHEIRO, A. C.; FRISCHTAK, C. **Mobilidade Urbana: Desafios e perspectivas para as cidades Brasileiras**. 1 ed., São Paulo: Elsevier, 2016.

PNUD. **Relatório de desenvolvimento humano**. Disponível em: <<http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/conceitos/o-que-e-o-idhm.html>> Acesso em: 20 jan 2019.

PORTUGAL, L. da S. **Transporte Mobilidade e Desenvolvimento Urbano**. 1.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

POCHMANN, M.; AMORIM, R. (Org.). **Atlas da exclusão social no Brasil**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2003.

KUMAR, P. **MULTIMODAL ACCESSIBILITY INDICATORS IN GIS**. Dissertação (mestrado) – Programa de Planejamento urbano, Universidade de Twente, Enschede, Holanda, 2011.

RIBEIRO, F. H. S. **Expansão Urbana e Mobilidade: Planejando cidades multimodais**. Dissertação de mestrado - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana, pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2017.

RODRIGUES, J. M. **Transporte e mobilidade urbana no Brasil: crise e desafios para as políticas públicas**. Revista do Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais. 2016.

SHAW, S.L.; **GIS for Urban Travel Demand Analysis: Requirements and Alternatives; Comput., Environ. And Urban Systems**. Estados Unidos. 1993.

SILVA. A. N. R. da. **Sistemas de informações geográficas para planejamento de transportes**. Tese de Livre Docência em Economia e Planejamento de Transportes. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

SILVEIRA. R. M; COCCO G. R. **Transporte público, mobilidade e planejamento urbano: contradições essenciais**. Estudos Avançados, São Paulo, 2013.

SIRKIS, Alfredo. **Amsterdã, 1993: as ciclovias que me inspiraram**. Disponível em: <https://tinyurl.com/y8kaxfqo>. Acesso em: 08 dez 2017.

SPTRANS. Disponível em: <<http://bilheteunico.sptrans.com.br/>> Acesso em: 09 fev 2018.

STEINMANN, R.; KREK, A.; BLASCHKE T., 2004. **Analysis of Online Public Participatory GIS Applications with Respect to the Differences between the US and Europe**. Salzburg Research Forschungsgesellschaft. Universidade de Salzburgo. Áustria, 2004.

URBS. Disponível em: <<https://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/transporte/rede-integrada-de-transporte/42>>. Acesso em: 15 dez 2018.

URBS. Disponível em: < <https://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/transporte/rede-integrada-de-transporte>>. Acesso em: 24 jan 2019.



VAN AUDENHOVE, F. J. Et al. **The Future of urban mobility 2.0**. Bruxelles:UITP; Arthur D. Little, Dec. 2014. Disponível em: <<https://tinyurl.com/c5huney>> Acesso em: 08 dez 2017

VTPI. **Transport Model Improvements: Improving Methods for Evaluating The Effects and Value of Transportation System Changes**. Victoria Transport Policy Institute, 2011. Disponível em:<<http://www.vtpi.org/tdm/tdm125.htm> > Acesso: 02 nov 2017.